

DE10314212

**Title:**

**Method of determining a flatness of an electronic device substrate, method of producing the substrate, method of producing a mask blank, method of producing a transfer mask, polishing method, electronic device substrate, mask blank, transfer mask, and polishing apparatus**

**Abstract**

A flatness of a substrate is determined to achieve a desired flatness of a mask blank by predicting the variation in flatness resulting from a film stress of a thin film formed on the substrate. The flatness is adjusted by measuring the flatness of the substrate as a measured flatness, selecting a load type with reference to the measured flatness, and polishing the substrate under pressure distribution specified by the load type. A principal surface of the substrate has a flatness greater than 0  $\mu\text{m}$  and not greater than 0.25  $\mu\text{m}$ . A polishing apparatus includes a rotatable surface table, a polishing pad formed thereon, abrasive supplying means for supplying an abrasive to the polishing pad, substrate holding means, and substrate pressing means for pressing the substrate. The substrate pressing means has a plurality of pressing members for individually and desirably pressing a plurality of divided regions of the substrate surface.



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 103 14 212 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 03 F 1/00**  
G 03 F 1/14  
B 24 B 37/04

⑳ Aktenzeichen: 103 14 212.6  
㉔ Anmeldetag: 28. 3. 2003  
㉕ Offenlegungstag: 6. 11. 2003

**DE 103 14 212 A 1**

③⑩ Unionspriorität:

2002-93479	29. 03. 2002	JP
2002-93491	29. 03. 2002	JP

㉑ Anmelder:

HOYA Corp., Tokio/Tokyo, JP

㉒ Vertreter:

Vossius & Partner, 81675 München

㉓ Erfinder:

Koike, Kesahiro, Tokio/Tokyo, JP; Ohtsuka, Masato, Tokio/Tokyo, JP; Tochiwara, Yasutaka, Tokio/Tokyo, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren zur Bestimmung einer Ebenheit eines Substrats für elektronische Bauelemente, Verfahren zur Herstellung des Substrats, Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohlings, Verfahren zur Herstellung einer Transfermaske, Polierverfahren, Substrat für elektronische Bauelemente, Maskenrohling, Transfermaske und Polierteile

⑤⑦ Eine Ebenheit eines Substrats wird bestimmt, um eine gewünschte Ebenheit eines Maskenrohlings zu bestimmen, indem die Veränderung der Ebenheit, die aus einer Filmspannung eines Dünnschichtfilms resultiert, der auf dem Substrat ausgebildet wird, vorhergesagt wird. Die Ebenheit wird reguliert, indem die Ebenheit des Substrats als gemessene Ebenheit gemessen wird, ein Lasttyp mit Bezug auf die gemessene Ebenheit gewählt wird und das Substrat unter einer Druckverteilung, die durch den Lasttyp festgelegt wird, poliert wird. Eine Hauptoberfläche des Substrats hat eine Ebenheit, die größer ist als 0 µm und nicht größer als 0,25 µm. Eine Polierteile Vorrichtung weist eine drehbare Richtplatte, eine darauf ausgebildete Polierscheibe, eine Schleifmittelzuführeinrichtung zum Zuführen eines Schleifmittels zu der Polierscheibe, eine Substrathalteeinrichtung und eine Substratandrückeinrichtung zum Andrücken des Substrats auf. Die Substratandrückeinrichtung hat mehrere Andrückteile zum einzelnen und bedarfsgerechten Andrücken mehrerer geteilter Flächenbereiche der Substratoberfläche.

**DE 103 14 212 A 1**

## Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Ebenheit eines elektronischen Bauelementsubstrats, das in einem Maskenrohling verwendet wird, ein Verfahren zur Herstellung des Substrats, dessen Ebenheit reguliert ist, ein Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohlings, ein Verfahren zur Herstellung einer Transfermaske und ein Polierverfahren. Die Erfindung betrifft auch ein elektronisches Bauelementsubstrat (z. B. ein Maskenrohlingsubstrat) mit einer hohen Ebenheit und einem hohen Parallelismus, einen Maskenrohling und eine Transfermaske, die das Substrat verwenden, und eine Poliervorrichtung.

[0002] Nach der Herstellung eines integrierten Halbleiterschaltkreiselements wird eine Fotolithografiertechnik in einem Prozeß zur Ausbildung eines Verdrahtungsbereichs und verschiedener anderer Bereiche verwendet. In dem Fotolithografieverfahren, das die Fotolithografiertechnik verwendet, wird eine Fotomaske als Originalstruktur für die Belichtung verwendet. Die Fotomaske umfaßt ein transparentes Substrat und einen lichtabschirmenden Dünnfilm, der darauf ausgebildet ist und eine Struktur aufweist. Die Struktur des lichtabschirmenden Dünnfilms wird durch eine Belichtungsanordnung auf eine Halbleiterscheibe (oder ein Substratobjekt) übertragen. Dabei entsteht das integrierte Halbleiterschaltkreiselement. Die auf die Halbleiterscheibe übertragene Struktur hat charakteristische Merkmale, die von der Ebenheit der Fotomaske abhängen.

[0003] Deshalb muß das transparente Substrat, das in der Fotomaske verwendet wird, eine hohe Ebenheit haben. Die Ebenheit des transparenten Substrats ist definiert als Differenz zwischen der größten Höhe und der kleinsten Höhe einer Oberfläche des transparenten Substrats, insbesondere als Differenz zwischen der größten Höhe und der kleinsten Höhe einer gemessenen Oberfläche in bezug auf eine virtuelle absolute Ebene, die aus der gemessenen Oberfläche nach einer Fehlerquadratmethode berechnet wird. Gegenwärtig wird bei dem transparenten Substrat, das in der Fotomaske verwendet wird, eine hohe Ebenheit in der Größenordnung von 1 µm erreicht, und zwar infolge der Verbesserung einer Polierscheibe, der Verbesserung von Schleifkörnern und der Steuerung von Polierbedingungen.

[0004] Obwohl eine so hohe Ebenheit des transparenten Substrats erreicht wird, wie oben beschrieben, wird die Gesamtebenheit eines Fotomaskenrohlings als Material der Fotomaske durch den Dünnfilm verschlechtert, der auf dem transparenten Substrat ausgebildet wird, da der Dünnfilm selbst eine Filmspannung hat. Die Verschlechterung der Gesamtebenheit eines Fotomaskenrohlings führt zur Verschlechterung einer Strukturpositionsgenauigkeit, wenn der Dünnfilm strukturiert und die Fotomaske hergestellt wird. Wenn die Struktur auf die Halbleiterscheibe übertragen wird, tritt demzufolge ein Strukturverschiebungsfehler oder ein Strukturdefekt auf.

[0005] Angesichts dessen wird versucht, die Filmspannung des Dünnfilms, der auf dem transparenten Substrat ausgebildet ist, durch Änderung der Beschichtungsbedingungen oder des Filmmaterials zu reduzieren. In einer neueren integrierten Halbleiterschaltung, deren Dichte und Genauigkeit immer mehr erhöht werden, ist eine solche reduzierte Filmspannung des Dünnfilms nicht vernachlässigbar. Insbesondere um die gewünschte optische Charakteristik zu erreichen, besteht die Tendenz, daß der auf dem transparenten Substrat ausgebildete Dünnfilm mehrschichtig ist. Es ist daher schwierig, die Filmspannung des Dünnfilms zu steu-

ern.

[0006] Andererseits hat ein transparentes Substrat für ein elektronisches Bauelement von Substrat zu Substrat eine andere Ebenheit, und seine Oberfläche kann eine konvexe oder eine konkave Form haben.

[0007] Wenn der Fotomaskenrohling oder die Fotomaske unter Verwendung des transparenten Substrats mit unterschiedlicher Form erzeugt wird, verschlechtert sich die Ebenheit des Fotomaskenrohlings oder der Fotomaske. Dies führt zu einer Verschlechterung der Strukturpositionsgenauigkeit, wenn der Dünnfilm strukturiert und die Fotomaske hergestellt wird. Wenn die Struktur auf die Halbleiterscheibe übertragen wird, tritt demzufolge ein Strukturverschiebungsfehler oder ein Strukturdefekt auf.

[0008] Nach der jüngsten Entwicklung eines VLSI-Bauelements mit einer höheren Dichte und einer höheren Genauigkeit muß ein elektronisches Bauelementsubstrat (z. B. ein Maskenrohlingsubstrat) eine mikroskopische oder ultrafeine Oberfläche als Substratoberfläche haben. Die oben erwähnte Forderung wird von Jahr zu Jahr zwingender.

[0009] In den letzten Jahren sind nicht nur wegen eines Oberflächendefekts (z. B. eines Fehlers) auf der Substratoberfläche und wegen einer Oberflächenrauigkeit (Glätte), sondern auch wegen der Profilgenauigkeit (Ebenheit) des Substrats die Anforderungen immer zwingender geworden. Es entsteht Bedarf an einem Maskenrohlingsubstrat mit einer ultrahohen Ebenheit.

[0010] Beispielweise wird in der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichung JP 1-40 267 A ein Maskenrohlingsubstrat offenbart. In der Veröffentlichung wird ein Präzisionspolierverfahren vorgeschlagen, das die Oberflächenrauigkeit der Substratoberfläche reduzieren soll. Das Verfahren ist ein sogenanntes Chargenverfahren, bei dem mehrere Substrate gleichzeitig poliert werden. Die Substrate werden unter Verwendung eines Schleifmittels poliert, das Cerdioxid als Hauptkomponente aufweist, und danach durch Polieren mit kolloidalem Siliziumdioxid fertigbehandelt. Die doppelseitige Poliertechnik (Doppelpolieretechnik) unter Verwendung einer doppelseitigen Polieranordnung (Doppelpolieranordnung) wird nachstehend beschrieben.

[0011] Bei der doppelseitigen Poliertechnik unter Verwendung der doppelseitigen Polieranordnung kann ein Substrat mit einer hohen Glätte unter Verwendung von Schleifkörnern mit einer kleinen Partikelgröße erreicht werden. Es ist jedoch schwierig, die Genauigkeit der Richtplatte über eine breite Ebene der Richtplatte beizubehalten. Da mehrere Substrate poliert werden, während sie sich drehen und gemeinsam mit einem Träger umlaufen, kann die Ebenheit jedes einzelnen Substrats nicht modifiziert werden.

[0012] Selbst wenn das Polieren unter Verwendung der doppelseitigen Polieranordnung erfolgt, bei der die Genauigkeit der Richtplatte verbessert ist, und wenn ein Richtplattenkühlverfahren, ein Schlämmezuführungsverfahren und Polierbedingungen (Drehzahl der Richtplatte, Drehzahl und Umlaufgeschwindigkeit des Trägers usw.) reguliert werden, hat die Ebenheit einer Hauptoberfläche des Substrats (Ebenheit der Hauptoberfläche des Substrats auf einer Fläche außer einer Zone von 3 mm von einer Seitenfläche des Substrats), die nach dem Polieren erreicht wird, einen Grenzwert von 0,5 µm als absoluten Wert.

[0013] Eine Entwurfsregel für eine integrierte Halbleiterschaltung, die einer Ebenheit des Substrats von 0,5 µm entspricht, ist 180 nm. Bei einer integrierten Halbleiterschaltung der nächsten Generation wird erwartet, daß die Entwurfsregel 130 nm, 100 nm, 70 nm und noch kleiner ist. Wie oben beschrieben, ist es jedoch schwierig, ein sehr ebenes Substrat herzustellen, das eine Ebenheit von nicht mehr als 0,25 µm aufweist und als Substrat für eine (ArF-, F<sub>2</sub>-,

EUV-)Maske entsprechend der Entwurfsregel einer integrierten Halbleiterschaltung der nächsten Generation verwendet werden kann.

**[0014]** Aufgrund der Veränderung der Polierbedingungen, z. B. Verschlechterung der Polierscheibe und der Schleifkörner (und aufgrund des Chargenpolierverfahrens) ist es schwierig, ein Maskenrohlingssubstrat mit einer hohen Ausbeute herzustellen, auch wenn die Ebenheit zwischen 0,5 µm und 1 µm liegt. Es ist nahezu unmöglich, ein sehr ebenes Substrat mit einer Ebenheit herzustellen, die nicht größer als 0,5 µm, nicht größer als 0,25 µm usw. ist und die an die Entwurfsregel einer integrierten Halbleiterschaltung der nächsten Generation angepaßt ist.

**[0015]** Nach der jüngsten Entwicklung einer immer weiter miniaturisierten oder feineren Struktur wird die Strukturbreite reduziert. Infolgedessen beeinflusst die Form eines Randabschnitts des Maskenrohlingssubstrats eine Strukturpositionsgenauigkeit, wenn die Struktur auf der Maske auf ein anderes Substrat als Objekt unter Verwendung eines Halbleiterscheiben-Steppers übertragen wird. In diesem Zusammenhang ist es erwünscht, daß die Gesamtfläche der Hauptoberfläche des Substrats (Hauptoberfläche des Substrats mit Ausnahme der Seitenfläche und der abgeschrägten Fläche) eine hervorragende Ebenheit hat. Bei dem oben erwähnten Polierverfahren unter Verwendung der doppelseitigen Poliervorrichtung hat die Ebenheit jedoch einen Grenzwert von etwa 1 µm.

**[0016]** Neben dem oben erwähnten Polierverfahren unter Verwendung der doppelseitigen Poliervorrichtung offenbart JP 2002-46 059 A eine Poliervorrichtung für ein rechteckiges Substrat. Die Poliervorrichtung dient dazu, sehr kleine Unregelmäßigkeiten zu ebenen, indem eine vorbestimmte Dicke einer Oberfläche eines Verdrahtungsfilms oder eines Isolatorfilms, der auf einem rechteckigen großen Glassubstrat einer Flüssigkristallanzeige oder eines Großbildschirmhalbleitersensors ausgebildet ist, gleichmäßig beseitigt wird. Die Poliervorrichtung weist mehrere Andrückeinrichtungen auf, die auf der Seite einer hinteren Oberfläche des Substrats angeordnet sind. Während die Andrückeinrichtung das Substrat gegen eine Polierscheibe drückt, dreht sich das Substrat. Das Substrat wird also einer einseitigen Polierung unterzogen. Jede der Andrückeinrichtungen weist eine Mikrometerschraube und eine Feder auf. Durch Drehung der Mikrometerschraube wird die elastische Kraft der Feder reguliert, um die Andrückkraft zu steuern, die auf das Substrat wirkt.

**[0017]** Die oben erwähnte Poliervorrichtung ist vorgeschlagen worden, um einen Teil des Isolatorfilms, der auf einem dünnen Substrat mit einer Dicke von 1,1 mm ausgebildet ist, gleichmäßig zu beseitigen, und soll die Gleichmäßigkeit der Dicke des Isolatorfilms verbessern. Bei einem dicken Substrat, z. B. ein Maskenrohlingssubstrat, mit einer Dicke von 6,5 mm (bei einem Substrat von 6 Zoll) kann die oben erwähnte Poliervorrichtung die Ebenheit des Substrats nicht effektiv regulieren, da die Andrückkraft unzureichend ist. In der Andrückeinrichtung der oben erwähnten Poliervorrichtung muß eine Federschubkraft je nach Stellung der Mikrometerschraube geändert werden. Dies kann nicht ohne weiteres durch Daten in Form eines digitalen Signals dargestellt werden. Daher ist es schwierig, die Andrückkraft zu steuern.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0018]** Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohlings mit einem Dünnfilm und ein Verfahren zur Herstellung einer Transfermaske mit einer Struktur bereitzustellen, die in der Lage

sind, eine gewünschte Ebenheit des Maskenrohlings und eine gewünschte Ebenheit der Transfermaske zu erreichen, auch wenn der Dünnfilm selbst eine Filmspannung hat, und die in der Lage sind, eine Verschlechterung der Strukturpositionsgenauigkeit der Transfermaske sowie das Auftreten eines Strukturverschiebungsfehlers oder eines Strukturdefekts während der Strukturübertragung zu vermeiden.

**[0019]** Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Bestimmung der Ebenheit eines Substrats für ein elektronisches Bauelement bereitzustellen, um die oben erwähnte Aufgabe zu erreichen, und ein Verfahren zur Herstellung eines Substrats für ein elektronisches Bauelement bereitzustellen.

**[0020]** Es ist noch eine weitere Aufgabe der Erfindung, ein sehr ebenes elektronische Bauelementssubstrat mit einer Ebenheit von nicht mehr als 0,25 µm entsprechend einer Entwurfsregel der integrierten Halbleiterschaltung der nächsten Generation bereitzustellen, und einen Maskenrohling und eine Transfermaske bereitzustellen, die unter Verwendung des elektronischen Bauelementssubstrats hergestellt ist.

**[0021]** Es ist noch eine weitere Aufgabe der Erfindung, eine neuartige Poliervorrichtung und ein neuartiges Polierverfahren bereitzustellen, die in der Lage sind, ein sehr flaches Substrat für elektronische Bauelemente mit einer Ebenheit von nicht mehr als 0,25 µm zuverlässig zu erreichen.

**[0022]** Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementssubstrats bereitzustellen, das in der Lage ist, ein sehr flaches elektronisches Bauelementssubstrat mit einer hohen Ausbeute und einer Ebenheit zuverlässig herzustellen, die nicht größer ist als 0,25 µm entsprechend einer Entwurfsregel der integrierten Halbleiterschaltung der nächsten Generation, und Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohlings und einer Transfermaske bereitzustellen, die in der Lage sind, eine Strukturpositionsgenauigkeit, wenn die Transfermaske unter Verwendung des elektronischen Bauelementssubstrats hergestellt wird, und eine Strukturübertragungsgenauigkeit während der Strukturbelichtung zu verbessern.

**[0023]** Um die oben beschriebene Aufgabe zu lösen, stellt die Erfindung die folgenden Mittel bereit:

**[0024]** (1) Ein Verfahren zur Bestimmung einer Ebenheit eines elektronischen Bauelementssubstrats, bei dem die Ebenheit des Substrats bestimmt wird, um eine gewünschte Ebenheit eines Maskenrohlings zu erreichen, einschließlich des Substrats und eines Dünnfilms, der auf dessen Hauptoberfläche ausgebildet ist, um eine optische Änderung des Belichtungslichts zu bewirken, wobei das Verfahren die Schritte aufweist: Vorhersagen und Schätzen der Veränderung der Ebenheit des Substrats, die aus der Filmspannung des Dünnfilms resultiert, der auf dem Substrat auszubilden ist, und Bestimmen der Ebenheit des Substrats, um die Veränderung zu kompensieren.

**[0025]** (2) Ein Verfahren zur Bestimmung der Ebenheit eines elektronischen Bauelementssubstrats, bei dem die Ebenheit des Substrats bestimmt wird, um eine gewünschte Ebenheit einer Transfermaske zu erreichen, einschließlich des Substrats und einer Dünnfilmstruktur, die durch Strukturierung eines Dünnfilms erreicht wird, der auf einer Hauptoberfläche des Substrats ausgebildet ist, um eine optische Änderung des Belichtungslichts zu bewirken, wobei das Verfahren die Schritte aufweist: Vorhersagen und Schätzen der Veränderung der Ebenheit des Substrats, die aus der Filmspannung des Dünnfilms resultiert, der auf dem Substrat auszubilden ist, und der Veränderung der Ebenheit, die aus mindestens einem resultiert, nämlich dem Füllfaktor, der Position und/oder der Form der Dünnfilmstruktur.

**[0026]** Hier ist die Ebenheit definiert als Differenz zwischen der größten Höhe und der kleinsten Höhe eines Ober-

flächenprofils der Hauptoberfläche des Substrats in bezug auf irgendeine Referenzebene, die auf der Hauptoberfläche bestimmt ist (nämlich als Differenz zwischen der größten Höhe und der kleinsten Höhe einer gemessenen Oberfläche in bezug auf eine virtuelle absolute Ebene (Bildebene), die aus der gemessenen Oberfläche nach einer Fehlerquadratmethode berechnet ist). Ein Ebenheitsmeßflächenbereich kann entsprechend gewählt werden, umfaßt jedoch vorzugsweise die Gesamtfläche der Hauptoberfläche.

**[0027]** Hier ist "Veränderung der Ebenheit, die aus der Filmspannung des Dünnsfilms resultiert" definiert als Differenz zwischen der Ebenheit des Substrats als Referenzebene und der Ebenheit des Maskenrohlings, die durch Ausbildung des Dünnsfilms auf dem Substrat erreicht wird (d. h. Ebenheit des Maskenrohlings minus der Ebenheit des Substrats).

**[0028]** Nachstehend wird ausführlich das Verfahren zur Berechnung der "Veränderung der Ebenheit, die aus der Filmspannung des Dünnsfilms resultiert", beschrieben.

**[0029]** Mit Bezug auf **Fig. 1A** wird die Ebenheit eines Substrats selbst gemessen und ist gleich 0  $\mu\text{m}$ . Ein Dünnsfilm wird auf dem Substrat ausgebildet, um einen Maskenrohling herzustellen. Die Ebenheit des Maskenrohlings wird gemessen und ist gleich 1,1  $\mu\text{m}$  (konvex). In diesem Fall ist die Veränderung der Ebenheit, die aus der Filmspannung des Dünnsfilms resultiert, gleich 1,1  $\mu\text{m}$ .

**[0030]** Mit Bezug auf **Fig. 1B** wird die Ebenheit eines Substrats selbst gemessen und ist gleich 0  $\mu\text{m}$ . Ein Dünnsfilm wird auf dem Substrat ausgebildet, um einen Maskenrohling herzustellen. Die Ebenheit des Maskenrohlings wird gemessen und ist gleich 1,1  $\mu\text{m}$  (konkav). In diesem Fall ist die Veränderung der Ebenheit, die aus der Filmspannung des Dünnsfilms resultiert, gleich 1,1  $\mu\text{m}$ .

**[0031]** Es ist jedoch praktisch unmöglich, daß die Ebenheit eines Substrats gleich 0  $\mu\text{m}$  ist. Mit Bezug auf **Fig. 1C** wird die Ebenheit eines Substrats selbst gemessen und ist gleich 0,5  $\mu\text{m}$  (konvex). Ein Dünnsfilm wird auf dem Substrat ausgebildet, um einen Maskenrohling herzustellen. Die Ebenheit des Maskenrohlings wird gemessen und ist gleich 1,6  $\mu\text{m}$  (konvex). In diesem Fall ist die Veränderung der Ebenheit, die aus der Filmspannung des Dünnsfilms resultiert, gleich 1,1  $\mu\text{m}$  ( $= 1,6 - 0,5$ ).

**[0032]** Wenn der Dünnsfilm, der auf dem Substrat ausgebildet ist, eine Druckspannung aufweist, ist die Veränderung der Ebenheit im allgemeinen positiv (+). Wenn dagegen der Dünnsfilm, der auf dem Substrat ausgebildet ist, eine Zugspannung aufweist, ist die Veränderung der Ebenheit negativ (-). Je nach Material, Dicke, Beschichtungsbedingungen usw. ist die Größe der Druckbelastung oder der Zugbelastung unterschiedlich. In Anbetracht dessen wird ein Dünnsfilm zur Vorbereitung und experimentell auf einem Substrat mit einer bekannten Ebenheit unter Beschichtungsbedingungen ausgebildet, die denen bei der Herstellung des Maskenrohlings entsprechen, und die Veränderung der Ebenheit, die aus der Filmspannung des Dünnsfilms resultiert, wird gemessen. Auf diese Weise wird die Ebenheit des Substrats bestimmt, so daß der Maskenrohling eine ideale Ebenheit von 0  $\mu\text{m}$  hat, wenn er hergestellt ist. Dadurch kann der Maskenrohling mit einer hohen Ebenheit hergestellt werden.

**[0033]** Hier ist die gewünschte Ebenheit des Maskenrohlings nicht unbedingt gleich 0  $\mu\text{m}$ . Beispielsweise kann die Ebenheit des Substrats bestimmt werden, indem die Veränderung der Ebenheit vorhergesagt und geschätzt wird, die aus der Spannungsänderung resultiert, die mindestens durch eines bewirkt wird, nämlich durch die Apertur (oder den Füllfaktor), die Position und/oder die Form einer Masken-(Dünnsfilm-)Struktur, wenn die Transfermaske durch Strukturierung des Dünnsfilms des Maskenrohlings hergestellt

wird.

**[0034]** Wenn der Füllfaktor der Maskenstruktur hoch ist (die Apertur der Maskenstruktur klein ist), tritt keine bemerkenswerte Spannungsänderung auf, so daß die Veränderung der Ebenheit in bezug auf die Ebenheit des Maskenrohlings als Referenz klein ist. Wenn der Füllfaktor der Maskenstruktur klein ist, ist die Spannungsänderung signifikant, so daß die Veränderung der Ebenheit groß ist.

**[0035]** Außerdem wird angenommen, daß die Spannungsänderung in bezug auf die Ebenheit des Maskenrohlings als Referenz auch in Abhängigkeit von der Position und der Form der Dünnsfilmstruktur bewirkt wird.

**[0036]** Deshalb wird die Ebenheit des Substrats durch Vorhersage und Schätzung der Veränderung der Ebenheit, die mindestens aus einem, nämlich dem Füllfaktor, der Position und/oder der Form der Maskenstruktur der Transfermaske resultiert, bestimmt, so daß die Transfermaske eine gewünschte Ebenheit hat. Ferner kann die Ebenheit des Substrats bestimmt werden, nachdem die gewünschte Ebenheit des Maskenrohlings durch Vorhersage und Schätzung der Veränderung der Ebenheit bestimmt ist, wenn die Transfermaske hergestellt und in einem Halbleiterscheiben-Stepper einer Belichtungsvorrichtung angeordnet ist.

**[0037]** Vorzugsweise ist die Ebenheit des Maskenrohlings nicht größer als 1  $\mu\text{m}$ . Die oben erwähnte Ebenheit wird vorzugsweise in bezug auf die Gesamtfläche der Hauptoberfläche des Maskenrohlings als Meßflächenbereich erreicht.

**[0038]** Durch Absenkung der Ebenheit des Maskenrohlings auf 1  $\mu\text{m}$  oder weniger ist es möglich, einen Strukturverschiebungsfehler in bezug auf eine Referenzstrukturposition zu reduzieren und eine Strukturpositionsgenauigkeit zu verbessern, wenn die Transfermaske durch Strukturierung des Dünnsfilms hergestellt wird. Es wird also eine Ebenheit des Maskenrohlings bevorzugt, die nicht größer als 1  $\mu\text{m}$  ist. Es ist erwünscht, daß die Ebenheit des Maskenrohlings nicht größer als 0,5  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise nicht größer als 0,25  $\mu\text{m}$  ist. Die Ebenheit, die nicht größer als 1  $\mu\text{m}$  ist, wird ausgedrückt durch  $0 < \text{Ebenheit} \leq 1 \mu\text{m}$ . Dies gilt für die gesamte vorliegende Beschreibung.

**[0039]** Vorzugsweise ist die Ebenheit des Substrats nicht größer als 1  $\mu\text{m}$ .

**[0040]** Die oben erwähnte Ebenheit wird vorzugsweise in bezug auf die Gesamtfläche der Hauptoberfläche des Substrats als Meßflächenbereich erreicht.

**[0041]** Durch Absenkung der Ebenheit des Substrats auf 1  $\mu\text{m}$  oder weniger kann die Ungleichmäßigkeit der Ebenheit des Maskenrohlings, die durch Ausbildung des Dünnsfilms aus dem Substrat entsteht, verringert werden, und die Strukturpositionsgenauigkeit kann weiter verbessert werden, wenn die Transfermaske durch Strukturierung des Dünnsfilms hergestellt wird. Der Grund dafür ist folgender: Wenn die Ebenheit des Substrats und die Veränderung der Ebenheit, die aus dem Dünnsfilm resultiert, geringer sind, ist die Steuerung zur Erreichung der absoluten Genauigkeit einfacher, und der Positionsfehler der Struktur, der aus der Veränderung der Filmspannung resultiert, ist kleiner, wenn die Transfermaske hergestellt ist.

**[0042]** Der erfindungsgemäße Maskenrohling kann ein durchlässiger Maskenrohling und ein reflektierender Maskenrohling sein.

**[0043]** Der erfindungsgemäße Dünnsfilm ist ein Dünnsfilm, der dazu dient, eine optische Änderung des Belichtungslichts zu bewirken. Beispielsweise kann der Dünnsfilm sein: ein Dünnsfilm mit einer Funktion zur Abschirmung des Belichtungslichts, ein Dünnsfilm, der dazu dient, eine Änderung der Phasendifferenz des Belichtungslichts zu bewirken, ein Dünnsfilm mit einer Absorptionsfunktion des Belichtungslichts. Daher wird der Begriff "Maskenrohling" in dieser Er-

findung in einem allgemeinen Sinne verwendet und schließt folgendes ein: einen Fotomaskenrohling, bei dem nur ein lichtabschirmender Dünnfilm mit der Funktion zur Abschirmung des Belichtungslichts als Dünnfilm ausgebildet ist, einen Phasenschiebermaskenrohling, bei dem ein Phasenschieberdünnfilm mit einer Phasenverschiebungsfunktion, die dazu dient, eine Änderung der Phasendifferenz des Belichtungslichts zu bewirken, als Dünnfilm ausgebildet ist, und einen reflektierenden Maskenrohling, bei dem ein reflektierender Film mit der Funktion zur Reflexion des Belichtungslichts und ein absorbierender Film zum Absorbieren des Belichtungslichts als Dünnfilm ausgebildet sind. Der erfindungsgemäße Maskenrohling kann einen Resistfilm haben, der als Maske dient, wenn der Dünnfilm strukturiert wird.

**[0044]** Das Verfahren zur Regulierung der Ebenheit des Substrats ist nicht spezifisch eingeschränkt. Beispielsweise kann die Ebenheit durch entsprechendes Wählen eines Polierverfahrens und von Polierbedingungen für das Substrat reguliert (gesteuert) werden. Als Alternative kann die Ebenheit des Substrats reguliert werden, indem die Ebenheit des Substrats beispielsweise durch Ätzen der Hauptoberfläche des Substrats, die nach dem Polieren entstanden ist, lokal modifiziert wird.

**[0045]** Das Verfahren zum Polieren des Substrats kann ein Einzelscheibenpolierverfahren zum Polieren der Hauptoberfläche eines Substrats nach dem anderen oder ein Chargenpolierverfahren zum Polieren der Hauptoberflächen mehrerer Substrate gleichzeitig sein.

**[0046]** Das Einzelscheibenpolierverfahren ist zur Regulierung der Ebenheit geeignet, da das Polieren erfolgen kann, während die Polierbedingungen, z. B. der Oberflächendruck für jedes einzelne Substrat, gesteuert wird.

**[0047]** Beim Chargenpolierverfahren sind mehrere Substrate befestigt auf einer Werkstückhalteplatte, genannt Träger, die zwischen einem Sonnenrad und einem Innenzahnrad in einer Poliervorrichtung angeordnet ist. Der Träger führt gleichzeitig einen Umlauf um das Sonnenrad und eine Umdrehung um seine eigene Achse durch, um dabei die Substrate zu polieren. Die Ebenheit kann reguliert werden, indem die Drehgeschwindigkeit und die Umlaufgeschwindigkeit des Trägers, die Genauigkeit der Richtplatte oder Andruckplatte der Poliervorrichtung, eine Polierscheibe, die auf der Polierplatte befestigt ist, Schleifkörner usw. verändert werden.

**[0048]** Als das Verfahren zur lokalen Modifikation der Ebenheit durch Ätzen oder dgl. kann die folgende Technik verwendet werden. Wenn beispielsweise das Substratmaterial Quarzglas ist, das allgemein als Maskenrohlingssubstrat verwendet wird, kann die Ebenheit reguliert werden, indem ein Flächenbereich, der eine unzureichende Ebenheit hat, durch Trockenätzen unter Verwendung eines Mischgases aus Sauerstoffgas und Kohlenstofffluoridgas beseitigt werden.

**[0049]** Als bevorzugtes Verfahren zur Regulierung der Ebenheit (Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements substrats) ist die folgende Struktur vorteilhaft, da die Ebenheit genau und streng gesteuert werden kann:

**[0050]** (3) Ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements substrats, wobei das Verfahren die Schritte aufweist: Messen der Ebenheit des Substrats und Regulieren der Ebenheit des Substrats durch lokales Ätzen und/oder lokale Druckpolierung einer Fläche, wo das Profil einer Hauptoberfläche des Substrats relativ konvex ist in bezug auf irgendeine Referenzebene, die auf der Hauptoberfläche des Substrats bestimmt ist, so daß das Substrat eine gewünschte Ebenheit hat, die nach dem unter (1) oder (2) beschriebenen Verfahren bestimmt wird.

**[0051]** Um die Ebenheit durch Ätzen zu regulieren, kann folgendes verwendet werden: ein Verfahren zur Regulierung der Ebenheit, wobei eine Fläche, die eine unzureichende Ebenheit hat, mit einem Trockenätzgas, z. B. Kohlenstofffluoridgas, versorgt wird, um die Fläche zu beseitigen, oder ein Verfahren zur Regulierung der Ebenheit, wobei die Fläche, die eine unzureichende Ebenheit hat, mit einer Ätzlösung versorgt wird, die das Substrat korrodiert (bei einem Glassubstrat eine wäßrige Säurelösung, z. B. Fluorsäure, oder eine wäßrige Alkalilösung, z. B. Natriumhydroxid), um die Fläche zu beseitigen.

**[0052]** Bei den oben erwähnten Verfahren zur Regulierung der Ebenheit wird das Verfahren zur Regulierung der Ebenheit des Substrats durch lokale Druckpolierung des Substrats bevorzugt, da die gewünschte Ebenheit erreicht werden kann, während gleichzeitig die Oberflächenrauigkeit des Substrats beibehalten oder verbessert wird. Es ist auch möglich, die Ebenheit durch mechanisch-chemisches Polieren (mechanisches und chemisches Polieren) zu regulieren, was eine Kombination aus lokaler Druckpolierung und Ätzung ist. Dabei wird die Produktivität verbessert, da die Poliertrate im Vergleich zu dem Verfahren zur Regulierung der Ebenheit durch lokale Druckpolierung höher ist.

**[0053]** (4) Ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements substrats, wie unter (3) beschrieben, wobei die Ebenheit des Substrats reguliert wird unter Verwendung einer Poliervorrichtung mit einer drehbar gelagerten Richtplatte, einer Polierscheibe, die auf der Richtplatte ausgebildet ist, einer Schleifmittelzuführeinrichtung zum Zuführen eines Schleifmittels zu einer Oberfläche der Polierscheibe, einer Substrathalteeinrichtung zum Halten eines Substrats auf der Polierscheibe und einer Substratandruckeinrichtung zum Andrücken des Substrats, das von der Substrathalteeinrichtung auf der Polierscheibe gehalten wird, um dadurch eine Substratoberfläche zu polieren, wobei die Andruckeinrichtung mehrere Andruckteile hat, die geeignet sind, mehrere geteilte Flächenbereiche der Substratoberfläche einzeln und nach Bedarf anzudrücken, wobei jedes Andruckteil eine Drucksteuereinrichtung hat, die in der Lage ist, einen Druck, der auf jeden entsprechenden der geteilten Flächenbereiche ausgeübt wird, einzeln zu steuern, wobei die Drucksteuereinrichtung die Andruckteile so steuert, daß auf eine relativ konvexe Fläche, wo das Profil der Hauptoberfläche des Substrats relativ konvex ist in bezug auf irgendeine Referenzfläche, die auf der Substratoberfläche bestimmt ist, ein größerer Druck ausgeübt wird als auf eine verbleibende Fläche, und daß ein Teil einer rückseitigen Oberfläche des Substrats gegenüber der konvexen Fläche vom Andruckteil mit dem größeren Druck angedrückt wird, während die Hauptoberfläche des Substrats poliert wird.

**[0054]** (5) Ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements substrats, wie unter (3) oder (4) beschrieben, mit den Schritten: vorhergehendes Speichern mehrerer Lasttypen entsprechend mehreren Druckverteilungen in einer Speichereinrichtung, Wählen eines optimalen der Lasttypen als gewählten Lasttyp, von dem erwartet wird, daß er eine gewünschte Ebenheit bewirkt, und Polieren des Substrats mit der Druckverteilung entsprechend dem gewählten Lasttyp, um dadurch die Ebenheit des Substrats zu regulieren.

**[0055]** Das elektronische Bauelements substrat zur Verwendung als Maskenrohling hat von Substrat zu Substrat eine andere Ebenheit. Die Hauptoberfläche des Substrats kann eine konvexe oder eine konkave Form haben.

**[0056]** Wenn der Maskenrohling oder die Transfermaske unter Verwendung des elektronischen Bauelements substrats mit unterschiedlicher Form hergestellt wird, verschlechtert sich die Ebenheit des Maskenrohlings oder der Transfer-

maske. Dies führt zu einer Verschlechterung einer Strukturpositionsgenauigkeit, wenn der Dünnschicht strukturiert und die Transfermaske hergestellt wird.

**[0057]** Angesichts dessen wird das Substrat, deren Hauptoberfläche eine konvexe oder konkave Form hat, poliert, indem auf die relativ konvexe Fläche lokal Druck ausgeübt wird, wobei die Oberfläche relativ konvex ist in bezug auf eine Referenzebene. Auf diese Weise wird die konvexe Fläche selektiv beseitigt, so daß sich die Ebenheit des Substrats verbessert.

**[0058]** Um eine gewünschte Ebenheit des elektronischen Bauelementsubstrats zu erreichen, werden erfindungsgemäß mehrere Lasttypen entsprechend mehreren Druckverteilungen in der Speichereinrichtung vorher gespeichert, und ein optimaler der Lasttypen, von dem erwartet wird, daß er die gewünschte Ebenheit erreicht, wird als gewählter Lasttyp gewählt. Mit der Druckverteilung entsprechend dem gewählten Lasttyp wird das Substrat poliert. Somit kann die gewünschte Ebenheit des Substrats erreicht werden. Durch Wählen zweier oder mehrerer Lasttypen in Kombination kann eine Annäherung an die gewünschte Ebenheit effektiv erreicht werden.

**[0059]** Die Definition der Ebenheit und das Meßverfahren sind denen unter (1) beschriebenen gleich.

**[0060]** (6) Ein Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohrlings durch Ausbildung eines Dünnschicht auf einer Hauptoberfläche des elektronischen Bauelementsubstrats, der dazu dient, eine optische Änderung des Belichtungslichts zu bewirken, wobei das Substrat eine gewünschte Ebenheit aufweist, die nach einem unter (1) beschriebenen Verfahren in Abhängigkeit von dem Dünnschicht bestimmt wird, der auf dem Substrat ausgebildet wird.

**[0061]** (7) Ein Verfahren zur Herstellung einer Transfermaske durch Ausbildung einer Dünnschichtstruktur auf einer Hauptoberfläche eines elektronischen Bauelementsubstrats, wobei das Substrat eine gewünschte Ebenheit aufweist, die nach einem unter (2) beschriebenen Verfahren in Abhängigkeit von dem auf dem Substrat ausgebildeten Dünnschicht und mit Bezug auf mindestens eines, nämlich den Füllfaktor, die Position und/oder die Form der Dünnschichtstruktur bestimmt wird, die auf der Hauptoberfläche des Substrats ausgebildet wird.

**[0062]** Nach der Herstellung des Maskenrohrlings oder der Transfermaske kann das Substrat mit einer Ebenheit, die nach dem Verfahren unter (1) oder (2) bestimmt wird, durch Regulierung der Ebenheit des Substrats nach dem Verfahren unter (3) bis (5) hergestellt werden. Als Alternative werden mehrere elektronische Bauelementsubstrate, die nach dem Verfahren unter (3) bis (5) hergestellt werden und deren Ebenheit gemessen wird, nach der Ebenheit klassifiziert. Nach der Herstellung des Maskenrohrlings wird eines der Substrate, das eine optimale Ebenheit hat, ausgewählt.

**[0063]** (8) Ein Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohrlings durch Ausbildung eines Dünnschicht, der aus Chrom als Hauptkomponente besteht, auf der Hauptoberfläche des elektronischen Bauelementsubstrats durch Kathodenzerstäubung, wobei das Substrat eine konvexe Form als Oberflächenprofil der Hauptoberfläche hat, auf der der Dünnschicht ausgebildet wird.

**[0064]** Im allgemeinen hat der Dünnschicht, der aus Chrom als Hauptkomponente besteht und durch Kathodenzerstäubung ausgebildet ist, eine Zugspannung. Wenn der Dünnschicht auf dem Substrat ausgebildet ist, ist sein Oberflächenprofil daher konkav. Um einen Maskenrohrling mit einer hohen Ebenheit herzustellen, ist es erwünscht, ein Substrat mit einer konvexen Form als Oberflächenprofil der Hauptoberfläche zu verwenden, auf der der Dünnschicht ausgebildet wird. Der Dünnschicht, der aus Chrom als Hauptbestandteil besteht,

kann aus Chrom als Einzelementmetall bestehen oder kann aus Chrom und mindestens einem Element bestehen, das aus Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff gewählt ist. Beispielsweise kann Chromoxid, Chromnitrid, Chromcarbid, Chromoxidnitrid (Oxynitrid), Chromnitridcarbid (Kohlenstoffnitrid), Chromoxidcarbid (Oxycarbid) und Chromoxidnitridcarbid (Oxycarbonitrid) verwendet werden. Der Dünnschicht, der aus Chrom als Hauptbestandteil besteht, weist eine einzelne Schicht oder mehrere Schichten auf.

**[0065]** (9) Ein Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohrlings durch Ausbildung eines Dünnschicht mit Silizium als Hauptbestandteil und Sauerstoff und/oder Stickstoff auf einer Hauptoberfläche des elektronischen Bauelementsubstrats durch Kathodenzerstäubung, wobei das Substrat eine konkave Form als Oberflächenprofil der Hauptoberfläche aufweist, auf der der Dünnschicht ausgebildet wird.

**[0066]** Im allgemeinen hat der Dünnschicht, der Silizium als Hauptkomponente und Sauerstoff und/oder Stickstoff umfaßt und der durch Kathodenzerstäubung ausgebildet ist, eine Druckspannung. Wenn der Dünnschicht auf dem Substrat ausgebildet ist, ist sein Oberflächenprofil deshalb konvex. Um einen Maskenrohrling mit einer hohen Ebenheit herzustellen, ist es erwünscht, ein Substrat mit einer konkaven Fläche als Oberflächenprofil auf der Hauptoberfläche zu verwenden, auf der der Dünnschicht ausgebildet wird. Als Material für den Dünnschicht, der Silizium als Hauptkomponente und Sauerstoff und/oder Stickstoff umfaßt, wird normalerweise Metallsilicidoxid, Metallsilicidnitrid, Metallsilicidoxidnitrid (Oxynitrid), Metallsilicidoxidcarbid (Oxycarbid), Metallsilicidnitridcarbid (Carbonitrid), Metallsilicidoxidnitridcarbid (Oxycarbonitrid) (Metall: (Mo (Molybdän), Ta (Tantal), W (Wolfram) oder dgl.), Siliciumoxid und Siliciumoxidnitrid (Oxynitrid) verwendet. Der Dünnschicht, der Silizium als Hauptkomponente und Sauerstoff und/oder Stickstoff umfaßt, kann eine einzelne Schicht oder mehrere Schichten haben.

**[0067]** (10) Ein Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohrlings, wie unter (8) oder (9) beschrieben, wobei das Substrat eine gewünschte Ebenheit aufweist, die nach dem Verfahren unter (1) bestimmt wird.

**[0068]** (11) Ein Verfahren zur Herstellung einer Transfermaske durch Ausbildung einer Dünnschichtstruktur auf einer Hauptoberfläche eines elektronischen Bauelementsubstrats, wobei die Transfermaske unter Verwendung eines Maskenrohrlings hergestellt wird, der nach dem Verfahren unter (8) oder (9) hergestellt wird, wobei das Substrat eine gewünschte Ebenheit aufweist, die nach dem Verfahren unter (2) in Abhängigkeit von dem Dünnschicht, der auf dem Substrat ausgebildet ist, und mit Bezug auf mindestens eines, nämlich den Füllfaktor, die Position und/oder die Form der Dünnschichtstruktur bestimmt wird, die auf der Hauptoberfläche des Substrats ausgebildet wird.

**[0069]** Um die oben erwähnten Aufgaben zu lösen, stellt die Erfindung die folgende Einrichtung bereit:

**[0070]** (12) Ein elektronisches Bauelementsubstrat, bei dem eine Hauptoberfläche des Substrats eine Ebenheit hat, die größer als 0 µm und nicht größer als 0,25 µm ist (0,0 < Ebenheit ≤ 0,25 µm).

**[0071]** Hierbei ist die Ebenheit als Differenz zwischen der größten Höhe und der kleinsten Höhe eines Oberflächenprofils einer Hauptoberfläche eines Substrats in bezug auf irgendeine Referenzebene definiert, die auf der Hauptoberfläche bestimmt ist (d. h. eine Differenz zwischen der größten Höhe und der kleinsten Höhe einer gemessenen Oberfläche in bezug auf eine virtuelle absolute Ebene, die aus der gemessenen Oberfläche nach einer Fehlerquadratmethode berechnet wird).

**[0072]** Das Verfahren zur Messung der Ebenheit ist nicht

spezifisch eingeschränkt. Beispielsweise kann ein auf Berührung beruhendes Ebenheitsmeßsystem unter Verwendung eines Meßfühlers oder ein berührungsloses Ebenheitsmeßsystem unter Nutzung optischer Interferenz verwendet werden. In Anbetracht einer Meßgenauigkeit und eines Meßflächenbereichs (breit) wird das berührungslose Ebenheitsmeßsystem bevorzugt.

**[0073]** Der Meßflächenbereich ist eine Fläche der Hauptoberfläche des Substrats außerhalb einer Zone von 3 mm von einer Seitenfläche des Substrats. Als Alternative kann der Meßflächenbereich eine Fläche aufweisen, wo das Substrat auf einem Halbleiterscheiben-Stepper einer Belichtungsvorrichtung aufliegt, wenn eine Transfermaske, z. B. eine Fotomaske oder eine Phasenschiebermaske, auf einem Halbleiterscheiben-Stepper aufliegt, um eine Struktur auf eine Halbleiterscheibe zu übertragen. Ferner kann der Meßflächenbereich eine Hilfsstruktur aufweisen, die eine Fläche in einem Randabschnitt des Substrats bildet, wo ein Qualitätssicherungsmuster oder eine Ausrichtungsmarke ausgebildet ist. Vorzugsweise umfaßt der Ebenheitsmeßflächenbereich die Gesamtfläche der Hauptoberfläche des Substrats (Hauptoberfläche außer dem Randabschnitt des Substrats (Seitenfläche des Substrats und die abgeschrägte Fläche)), wobei die Übertragungscharakteristik während der Strukturübertragung berücksichtigt wird.

**[0074]** Erfindungsgemäß kann durch Polieren des Substrats unter Verwendung einer Poliervorrichtung, die später beschrieben wird, die Ebenheit der Gesamtfläche der Hauptoberfläche des Substrats (Hauptoberfläche außer der Seitenfläche des Substrats und der abgeschrägten Fläche) sichergestellt werden.

**[0075]** Die Ebenheit der Hauptoberfläche des Substrats ist vorzugsweise größer als 0 µm und nicht größer als 0,2 µm, besonders bevorzugt größer als 0 µm und nicht größer als 0,15 µm. Das Substrat mit der oben erwähnten Ebenheit kann einfach und zuverlässig hergestellt werden, indem das Substrat auf mindestens einer seiner gegenüberliegenden Hauptoberflächen poliert wird, um das Profil des Substrats unter Verwendung eines Polierverfahrens und einer Polier Vorrichtung, die später beschrieben werden, zu steuern. Wenn der absolute Wert der Ebenheit des Substrats kleiner wird, ist die Strukturpositionsgenauigkeit, wenn die Transfermaske hergestellt ist, besser, und die Strukturübertragungsgenauigkeit ist besser, wenn die Struktur unter Verwendung der Transfermaske übertragen ist. Durch Wählen der Ebenheit des Substrats innerhalb des oben genannten Bereichs kann ein elektronisches Bauelementsubstrat hergestellt werden, das eine hervorragende Zuverlässigkeit in bezug auf die Strukturpositionsgenauigkeit und die Strukturübertragungsgenauigkeit hat.

**[0076]** Das elektronische Bauelementsubstrat, auf das in der gesamten Beschreibung Bezug genommen wird, ist ein eckiges (z. B. vierseitiges (quadratisches oder rechteckiges)) Substrat und weist ein Maskenrohlingssubstrat oder dgl. auf. Anders als eine kreisförmige Halbleiterscheibe hat das erfindungsgemäße elektronische Bauelementsubstrat eine eckige Form. Wenn mehrere Substrate mit einer eckigen Form gleichzeitig nach einem doppelseitigen Chargenpolierverfahren auf beiden gegenüberliegenden Hauptoberflächen poliert werden, kann das Profil auf jeder Oberfläche im allgemeinen asymmetrisch werden, und die einzelnen Substrate können eine unterschiedliche Ebenheit haben. Die Erfindung ist auf das elektronische Bauelementsubstrat mit einer eckigen Form effektiv anwendbar, wobei es schwierig ist, die Ebenheit des Substrats beim doppelseitigen Polierverfahren (Doppelpolierverfahren) zu steuern.

**[0077]** (13) Ein elektronisches Bauelementsubstrat, wie unter (12) beschrieben, bei dem das Substrat einen Paralle-

lismus hat, der größer als 0 µm und nicht größer als 1 µm ist.

**[0078]** Hierbei ist der Parallelismus durch eine Differenz der Dicke zwischen der größten Höhe und der kleinsten Höhe einer Hauptoberfläche in bezug auf die andere Hauptoberfläche als Referenzebene definiert. Der Parallelismusmeßflächenbereich entspricht dem oben erwähnten Ebenheitsmeßflächenbereich, und auf dessen Beschreibung wird hier verzichtet.

**[0079]** Der Parallelismus des Substrats ist vorzugsweise größer als 0 µm und nicht größer als 0,8 µm, besonders bevorzugt größer als 0 µm und nicht größer als 0,5 µm. Das Substrat mit dem oben beschriebenen Parallelismus kann einfach und zuverlässig hergestellt werden, indem das Substrat auf seinen beiden gegenüberliegenden Hauptoberflächen poliert wird, um das Profil des Substrats unter Verwendung eines Polierverfahrens und einer Poliervorrichtung, die später beschrieben werden, zu steuern. Wenn der Wert des Parallelismus des Substrats kleiner wird, wird die Strukturpositionsgenauigkeit, wenn die Transfermaske hergestellt ist, besser, und die Strukturübertragungsgenauigkeit ist, wenn die Struktur unter Verwendung der Transfermaske übertragen ist, besser. Durch Wählen des Parallelismus des Substrats innerhalb des oben genannten Bereichs ist es möglich, ein elektronisches Bauelementsubstrat herzustellen, das eine hervorragende Zuverlässigkeit in bezug auf die Strukturpositionsgenauigkeit und die Strukturübertragungsgenauigkeit aufweist.

**[0080]** (14) Ein elektronisches Bauelementsubstrat, wie unter (12) oder (13) beschrieben, wobei das Substrat ein Glassubstrat umfaßt.

**[0081]** Das Material des Glassubstrats ist nicht spezifisch eingeschränkt. Im allgemeinen werden ein Quarzglas, ein alkalifreies Glas, ein Borosilicatglas, ein Aluminosilicatglas und ein Natronkalkglas als elektronisches Bauelementsubstrat verwendet.

**[0082]** (15) Ein Maskenrohling mit einem elektronischen Bauelementsubstrat, das unter (12) bis (14) beschrieben ist, und einem Transferstrukturdünnfilm, der auf der Hauptoberfläche des Substrats ausgebildet ist, um zu einer Transferstruktur für ein Objekt strukturiert zu werden.

**[0083]** Der erfindungsgemäße Maskenrohling schließt einen durchlässigen Maskenrohling und einen reflektierenden Maskenrohling ein. Der Maskenrohling weist ein Substrat und einen Transferstrukturdünnfilm auf, der darauf ausgebildet ist. Der Transferstrukturdünnfilm wird zu einer Transferstruktur strukturiert, um auf ein Objekt übertragen zu werden.

**[0084]** Beispielsweise ist der durchlässige Maskenrohling ein Fotomaskenrohling, der als Substrat ein Glassubstrat, das ein lichtdurchlässiges Substrat ist, und als Dünnfilm einen Transferstrukturdünnfilm umfaßt, der geeignet ist, eine optische Änderung des Belichtungslichts zu bewirken, das bei der Strukturübertragung auf ein Objekt (z. B. Dünnfilm mit einer Lichtabschirmfunktion) verwendet wird.

**[0085]** Hierbei ist der Begriff "Maskenrohling" in einem breiten Sinn verwendet und schließt einen Fotomaskenrohling, der mit nur einem opaken Film mit einer Funktion zur Abschirmung von Belichtungslicht versehen ist, und einen Phasenschiebermaskenrohling ein, der mit einem Phasenschieberfilm mit einer Phasenverschiebungsfunktion versehen ist, die geeignet ist, eine Änderung der Phasendifferenz im Belichtungslicht zu bewirken. Der erfindungsgemäße "Maskenrohling" schließt auch einen Phasenschiebermaskenrohling ein, der mit einem Halbdünnfilm versehen ist, der ein halbdurchlässiger Film mit einer Funktion zur Abschirmung des Belichtungslichts und einer Phasenschieberfunktion ist, die geeignet ist, eine Änderung der Phasendifferenz zu bewirken.



[0086] Beispielweise umfaßt der reflektierende Maskenrohling als Substrat ein Glassubstrat mit geringer Ausdehnung und als Transferstrukturdünnfilm einen reflektierenden Mehrschichtfilm, der auf dem Substrat ausgebildet ist, und einen Absorberfilm, der als Transferstruktur dient.

[0087] Zusätzlich zu dem opaken Film und/oder dem Phasenschieberfilm als Transferstrukturdünnfilm kann der erfindungsgemäße Maskenrohling einen Resistfilm, der als Maske dient, wenn der lichtundurchlässige Film oder der Phasenschieberfilm strukturiert wird, und jeden anderen geeigneten Film (z. B. einen transparenten leitenden Film) aufweisen.

[0088] (16) Eine Transfermaske mit einer Transferstruktur, die durch Strukturierung eines Transferstrukturdünnfilms in einem Maskenrohling ausgebildet ist, der unter (15) beschrieben ist.

[0089] (17) Eine Poliervorrichtung mit einer drehbar gelagerten Richtplatte, einer Polierscheibe, die auf der Richtplatte ausgebildet ist, einer Schleifmittelzuführeinrichtung zum Zuführen eines Schleifmittels zu der Oberfläche der Polierscheibe, einer Substrathalteeinrichtung zum Halten eines Substrats auf einer Polierscheibe und einer Substratandrückeinrichtung zum Andrücken des Substrats, das von der Substrathalteeinrichtung auf der Polierscheibe gehalten wird, um dadurch eine Substratoberfläche zu polieren; wobei die Substrathalteeinrichtung eine Funktion zur Unterdrückung eines übermäßigen Drucks hat, der von der Polierscheibe auf einen Randabschnitt des Substrats ausgeübt wird; wobei die Substratandrückeinrichtung mehrere Andrückteile hat, die geeignet sind, mehrere geteilte Flächenbereiche der Substratoberfläche einzeln und nach Bedarf anzudrücken, wobei jedes Andrückteil eine Drucksteuereinrichtung aufweist, die in der Lage ist, einen Druck, der auf jeden entsprechenden der geteilten Flächenbereiche ausgeübt wird, einzeln zu steuern.

[0090] Die Richtplatte erfordert ein solches Material und eine solche Dicke, daß die Richtplatte zumindest unter dem Bearbeitungsdruck nicht deformiert wird. Da die Richtplattingenauigkeit einen Einfluß auf die Ebenheit des Substrats hat, sollte die Richtplatte eine Ebenheit haben, die möglichst hoch ist.

[0091] Als Material für die Richtplatte wird vorzugsweise eine nichtrostende Legierung, Keramiken, die keine wesentliche thermische Veränderung aufweisen, und Gußeisen mit geringer Ausdehnung verwendet. Um die Genauigkeit (Ebenheit) der Richtplatte beizubehalten, kann ein Richtplattekühlmechanismus vorhanden sein.

[0092] Die Polierscheibe kann in Abhängigkeit von einem Substratmaterial und einer gewünschten Ebenheit zweckmäßig gewählt werden. Im allgemeinen ist die Polierscheibe in eine harte und weiche Polierscheibe klassifiziert. Als harte Polierscheibe kann eine Urethanscheibe, eine pechimplägnierte Scheibe und eine harte Harzvelourlederscheibe verwendet werden. Als weiche Polierscheibe kann eine Velourlederscheibe oder ein Textilverbundstoff verwendet werden.

[0093] Der Typ und die Partikelgröße des Schleifmittels, das beim Polieren verwendet wird, kann in Abhängigkeit von einem Substratmaterial und einer gewünschten Ebenheit entsprechend gewählt werden. Beispielweise kann das Schleifmittel Cerdioxid, Zirkoniumoxid und kolloidales Siliciumdioxid sein. Das Schleifmittel hat eine Partikelgröße zwischen dem Mehrfachen von 10 Nanometern und mehreren Mikrometern.

[0094] Die Substrathalteeinrichtung hat eine Struktur, bei der verhindert wird, daß sich das Substrat während der Drehung löst, und hat eine Funktion zur Unterdrückung eines

übermäßigen Drucks, der von der Polierscheibe gegen den Randabschnitt des Substrats ausgeübt wird.

[0095] Um das Substrat zu halten, wird folgendes vorgeschlagen: ein Verfahren, das einen Haltering (Führungsring, Schleifthalteeinrichtung), der mindestens die Seitenfläche des Substrats umgibt, um das Substrat nicht zu beschädigen, ein Verfahren zum Ansaugen der rückseitigen Oberfläche des Substrats und ein Verfahren zum Halten des Substrats mit einem Träger.

[0096] Durch Druckeinwirkung auf die Polierscheibe am Außenrand des Substrats durch die Substrathalteeinrichtung kann ein gleichmäßiger Druck, der auf den Randabschnitt des Substrats ausgeübt wird, beibehalten werden. Infolgedessen hat der Randabschnitt des Substrats eine gleichmäßige Ebenheit. Das Profil des Randabschnitts des Substrats ist daher auch sichergestellt.

[0097] Die Substratandrückeinrichtung hat eine Struktur mit mehreren Andrückteilen und eine Andrückteilmhalteeinrichtung, die die Andrückteile hält.

[0098] Die Andrückteile sind gleichmäßig verteilt in bezug auf die Hauptoberfläche des Substrats. Die Anzahl der Andrückteile, die derartig verteilt sind, kann in Abhängigkeit von der Profilmodifikationsgenauigkeit (Ebenheit) entsprechend reguliert werden. Eine größere Anzahl von Andrückteilen in bezug auf die Hauptoberfläche des Substrats wird bevorzugt, da das Profil immer strenger und genauer gesteuert werden kann. Wenn beispielweise das Substrat eine Größe von  $6 \times 6$  Zoll (1 Zoll = 2,54 mm) hat, kann die Anzahl der Andrückteile 4 ( $2 \times 2$ ) bis 256 ( $16 \times 16$ ) sein. Wenn man die Einfachheit der Vorrichtung und die Profilmodifikationsgenauigkeit gemeinsam in Betracht zieht, liegt die Anzahl vorzugsweise in einem Bereich zwischen 36 ( $6 \times 6$ ) bis 144 ( $12 \times 12$ ). Auf einer Fläche, wo die Hauptoberfläche des Substrats und die Andrückteile miteinander in Kontakt gebracht werden, kann ein elastisches Teil vorhanden sein, um zu verhindern, daß die Hauptoberfläche des Substrats beschädigt wird.

[0099] Um die Andrückteile im wesentlichen auf der gesamten Fläche der Hauptoberfläche des Substrats anzuordnen, hat die Andrückteilmhalteeinrichtung im wesentlichen die gleiche Größe wie das Substrat und hat mehrere Andrückteilmhalteöffnungen, die in vorbestimmten Abständen ausgebildet sind, um die Andrückteile zu halten.

[0100] Beispielsweise kann die Drucksteuereinrichtung ein Luftdruckzylinder, ein Hydraulikzylinder oder ein Servomotor sein.

[0101] Die Drucksteuerung kann kontinuierlich oder schrittweise unter Verwendung eines Reglers oder eines zusätzlichen Stroms verwendet werden.

[0102] Die Richtplatte und das Substrathalteteil können durch einzelne Drehantriebe, die voneinander getrennt sind, in Drehung versetzt werden.

[0103] (18) Eine Poliervorrichtung, wie unter (17) beschrieben, wobei die Substrathalteeinrichtung einen Haltering umfaßt, der eine Außenrandstirnfläche des Substrats umschließt.

[0104] Der Haltering dient dazu, die Übertragung eines übermäßigen Drucks auf den Randabschnitt des Substrats zu unterdrücken, um dadurch einen gleichmäßigen Druck, der auf den Randabschnitt des Substrats ausgeübt wird, zu erreichen und um die Schleifkörner auf der Polierscheibe gleichmäßig zu verteilen. Ein Spalt zwischen der Seitenfläche des Substrats und dem Haltering kann in Abhängigkeit von der Form des Randabschnitts des Substrats entsprechend reguliert werden. Auf einer Fläche, wo der Haltering mit der Seitenfläche des Substrats in Kontakt gebracht wird, kann ein elastisches Teil vorhanden sein.

[0105] (19) Eine Poliervorrichtung, wie unter (17) oder

(18) beschrieben, ferner mit einer Datenverarbeitungseinrichtung zum Messen eines Profils des Substrats vor dem Polieren und/oder während des Polierens, um gemessene Daten zu ermitteln, Speichern der gemessenen Daten und Vergleichen von Anfangseinstellungsdaten für eine gewünschte Form mit den gemessenen Daten, um Bearbeitungsbedingungen zu berechnen, und einer Übertragungseinrichtung zum Übertragen von Andrückinformation an die Substrathalteeinrichtung und die Substratandrückeinrichtung, so daß das Substrat die gewünschte Form erhält.

[0106] Beispielweise werden die Bearbeitungsbedingungen folgendermaßen berechnet. Zunächst werden die gemessenen Daten, die durch Messen des Profils (Ebenheit) des Substrats gewonnen werden, mit den Anfangseinstellungsdaten verglichen, um die Ebenheitsdifferenz zu berechnen. Damit das Profil (Ebenheit) des Substrats mit der gewünschten Form übereinstimmt, wenn die oben erwähnte Differenz beseitigt ist, werden die Bearbeitungsbedingungen zur Beseitigung zumindest eines relativ konvexen Flächenbereichs der gemessenen Oberfläche in bezug auf irgendeine Referenzebene berechnet, wobei die Drehrichtung und die Drehgeschwindigkeit des Substrats und der Richtplatte berücksichtigt werden. Die Berechnung der Bearbeitungsbedingungen erfolgt durch eine Datenverarbeitungseinrichtung, z. B. einen Computer.

[0107] Die Bearbeitungsbedingungen (Verarbeitungsinformation), die von der Datenverarbeitungseinrichtung ermittelt werden, werden über eine Übertragungseinrichtung, z. B. eine Ethernet-Verbindung, CPU-COM-Verbindung und CPU-USB-Verbindung, zur Substrathalteeinrichtung und zur Substratandrückeinrichtung übertragen, um die Bearbeitungsbedingungen zu steuern.

[0108] (20) Eine Poliervorrichtung, wie unter (17) bis (19) beschrieben, ferner mit einer Andrückplatte, die auf der Richtplatte drehbar gelagert ist, um die Hauptoberfläche des Substrats im wesentlichen gleichmäßig anzudrücken, und einer Substratdefektbeseitigungseinrichtung, die zwischen der Andrückplatte und der Richtplatte ausgebildet ist und die einen Träger mit einem Halte Loch zum Halten des Substrats aufweist, so daß das Substrat unabhängig von der Andrückplatte drehbar ist.

[0109] Die Substratdefektbeseitigungseinrichtung ist ein Mechanismus, bei dem die Hauptoberfläche des Substrats, die der Richtplatte zugewandt ist, von der Richtplatte, die in Drehung versetzt ist, auf der Seite der Andrückplatte poliert wird, ein Fehler oder ein Fremdkörper auf der Oberfläche gegenüber der Oberfläche, die im Substratprofil (Ebenheit) von der Poliervorrichtung unter (17) modifiziert wird, auf der Seite der Richtplatte poliert wird. Während die Oberfläche, die im Substratprofil (Ebenheit) von der Poliervorrichtung unter (17) modifiziert wird, beibehalten wird, kann ein Defekt, z. B. ein Fehler oder ein Fremdkörper, beseitigt werden.

[0110] Nach Beseitigung des Defekts auf dem Substrat wird das Schleifmittel beiden gegenüberliegenden Hauptoberflächen des Substrats zugeführt. Die Schleifmittelzuführeinrichtung kann die gleiche sein, wie die Schleifmittelzuführeinrichtung unter (17), kann aber ausschließlich für die Substratdefektbeseitigungseinrichtung gesondert vorhanden sein.

[0111] Die Oberfläche der Andrückplatte, die dem Substrat zugewandt ist, ist mit einer Polierscheibe versehen, die auf ihr befestigt ist. Die Polierscheibe ist nicht spezifisch eingeschränkt, kann jedoch entsprechend gewählt werden. Um einen Defekt, z. B. einen Fehler oder einen Fremdkörper, auf der Substratoberfläche zu beseitigen und zu verhindern, daß die Substratoberfläche durch die Polierscheibe beschädigt wird, wird jedoch vorzugsweise eine weiche Po-

lierscheibe oder ein ultraweiche Polierscheibe verwendet. Die Andrückplatte erfordert ein Material und eine Dicke, die ausreichen, um die Deformation unter dem Gewicht der Andrückplatte und dem Bearbeitungsdruck zu verhindern. Da die Genauigkeit der Richtplatte der Andrückplatte einen Einfluß auf die Ebenheit des Substrats hat, sollte die Richtplatte eine Ebenheit haben, die möglichst hoch ist.

[0112] Als Material für den Richtplatte werden vorzugsweise eine nichtrostende Legierung, Keramiken, die keine wesentliche thermische Veränderung aufweisen, und Gußeisen, das eine geringe Ausdehnung hat, verwendet. Um die Genauigkeit (Ebenheit) der Richtplatte der Andrückplatte beizubehalten, kann ein Richtplattenkühlmechanismus vorhanden sein. Die Andrückplatte dreht sich um einen Drehmittelpunkt in einer Position, die von der Mitte des Substrats geringfügig verschoben ist.

[0113] Der Träger ist mit einem oder mehreren Haltelöchern zum Halten des Substrats oder der Substrate versehen und mit einem Drehantrieb verbunden, so daß sich der Träger unabhängig von der Druckplatte. Der Träger muß aus einem Material mit einer solchen mechanischen Haltbarkeit bestehen, daß der Träger während der Drehung nicht deformiert wird. Vorzugsweise kann ein nichtrostender Stahl, ein Vinylchlorid und ein Kunststoffmaterial verwendet werden.

[0114] Die Andrückplatte und/oder der Träger können mit einer Taumelscheibeneinrichtung versehen sein, so daß die Andrückplatte und/oder der Träger eine Taumelbewegung erfährt, während der Defekt beseitigt wird.

[0115] (21) Ein Polierverfahren unter Verwendung einer Poliervorrichtung, die unter (17) bis (19) beschrieben ist, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt: Herstellen eines Substrats, Messen eines Profils des Substrats, Unterdrücken eines übermäßigen Drucks, der von der Polierscheibe auf einen Randabschnitt des Substrats ausgeübt wird, Steuern der Andrückteile durch die Drucksteuereinrichtung mit Bezug auf die gemessenen Daten, so daß ein Druck, der vom Andrückteil auf das Substrat ausgeübt wird, auf einer relativ konvexen Fläche, wo das Profil einer Hauptoberfläche des Substrats relativ konvex ist in bezug auf irgendeine Referenzebene, die auf einer Substratoberfläche bestimmt ist, größer ist als auf einer verbleibenden Fläche, Polieren der Hauptoberfläche des Substrats, während ein Teil einer rückseitigen Oberfläche des Substrats gegenüber der konvexen Fläche angedrückt wird, um das Profil des Substrats zu modifizieren, so daß das Profil des Substrats eine gewünschte Form erhält.

[0116] "Herstellen eines Substrats" schließt verschiedene Substrate ein, z. B. ein Substrat nach einem Läppschritt, ein Substrat nach einem Grobpolierschritt, der dazu bestimmt ist, einen Fehler auf der Hauptoberfläche des Substrats zu beseitigen, der im Läppschritt entsteht, und die Ebenheit beizubehalten, die im Läppschritt erreicht wird, und ein Substrat nach einem Präzisionspolierschritt, der dazu bestimmt ist, die Hauptoberfläche des Substrats zu einer Spiegelfläche zu verarbeiten. Ein Läppverfahren und ein Polierverfahren, das im Läppschritt ausgeführt wird, ein Grobpolierschritt und ein Präzisionspolierschritt sind nicht spezifisch eingeschränkt.

[0117] Es kann jede mögliche Kombination aus einseitigem Läppverfahren, doppelseitigem Läppverfahren, einseitigem Polierverfahren und doppelseitigem Polierverfahren verwendet werden.

[0118] Vorzugsweise wird das erfindungsgemäße Polierverfahren nach dem Präzisionspolierschritt ausgeführt, der dazu bestimmt ist, die Hauptoberfläche des Substrats zu einer Spiegelfläche zu verarbeiten.

[0119] Der Grund ist folgender. Nach dem Präzisionspolieren sind Vorsprünge mit einer Ebenheit in der Größenord-

nung von 0,5 µm ausgebildet. Es ist effektiv, einen solchen kleinen Betrag durch Feinschleifkörner zu beseitigen, die im Präzisionspolierschritt verwendet werden.

[0120] Die Messung der Ebenheit des Substrats ist die gleiche wie die, die unter (12) beschrieben ist, und wird hier nicht weiter beschrieben.

[0121] Das erfindungsgemäße Polierverfahren wird später in Verbindung mit einer Ausführungsform beschrieben.

[0122] (22) Ein Polierverfahren, wie unter (21) beschrieben, wobei beide gegenüberliegende Hauptoberflächen des Substrats poliert werden.

[0123] Durch Ausführung des Polierverfahrens auf beiden gegenüberliegenden Hauptoberflächen wird der Parallelismus des Substrats hervorragend. Dieser Aspekt ist effektiv für ein Substrat, dessen Ebenheit und Parallelismus auf beiden gegenüberliegenden Hauptoberflächen gesteuert werden muß. Beispielsweise kann ein Substrat, das für das Polierverfahren geeignet ist, ein Maskenrohlingssubstrat und ein elektronisches Bauelementssubstrat sein.

[0124] (23) Ein Polierverfahren mit den Schritten: Modifikation des Profils eines Substrats nach einem Verfahren, das unter (21) oder (22) beschrieben ist, und Beseitigen eines Defekts auf einer Hauptoberfläche des Substrats unter Verwendung einer Poliervorrichtung, die unter (20) beschrieben ist.

[0125] Da der Defekt auf der Hauptoberfläche des Substrats beseitigt werden kann, ist es möglich, das Auftreten eines Filmdefekts unter einem Dünnschicht zu verhindern, wenn der Dünnschicht auf der Hauptoberfläche des Substrats ausgebildet ist, um ein elektronisches Bauelement (z. B. einen Fotomaskenrohling) zu erzeugen. Dadurch kann ein sehr zuverlässiges Substrat hergestellt werden.

[0126] (24) Ein Verfahren zur Erzeugung eines elektronischen Bauelementssubstrats zur Verwendung als Substrat eines Maskenrohlings, wobei das Verfahren eine Poliervorrichtung aufweist, die unter (21) bis (23) beschrieben ist.

[0127] (25) Ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements, wie unter (24) beschrieben, wobei das Substrat ein vierseitiges (einschließlich quadratisches, rechteckiges) Substrat mit einer vorbestimmten Fläche und einer vorbestimmten Dicke mit folgender Beziehung ist:  $(\text{vorbestimmte Dicke})/(\text{vorbestimmte Fläche}) \geq 1,0 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ .

[0128] Die Erfindung ist besonders effektiv bei einem Substrat, das relativ dick ist in bezug auf die Substratoberfläche, nämlich:  $(\text{vorbestimmte Dicke})/(\text{vorbestimmte Fläche}) \geq 1,0 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ . Bei einem Substrat, das relativ dünn ist in bezug auf eine Substratoberfläche, nämlich:  $(\text{vorbestimmte Dicke})/(\text{vorbestimmte Fläche}) < 1,0 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ , verzieht sich das Substrat, während das Profil lokal modifiziert wird. Die Ebenheit des letzteren Substrats ist daher schwer zu steuern, und dieses Substrat wird nicht bevorzugt.

[0129] Wenn andererseits das Substrat relativ dick ist in bezug auf die Substratoberfläche, nämlich:  $(\text{vorbestimmte Dicke})/(\text{vorbestimmte Fläche}) \geq 1,0 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ , hat das Substrat eine ausreichende Dicke, so daß der Druck, der von der Substratandrückeinrichtung auf das Substrat ausgeübt wird, in einer planaren Richtung verteilt und auf die Substratdicke übertragen wird. Daher ist der Übergang der Poliertrate von einer lokalen Fläche, die mit dem Druck belastet wird, zu einer Umgebungsfläche, sanft und gemäßigt, so daß die relativ konvexe Fläche und die Umgebungsfläche allmählich poliert werden können. Dadurch wird die Steuerbarkeit der Ebenheit verbessert. Die Druckverteilung in der planaren Richtung des Substrats ist unterschiedlich, wenn der Druck auf den Mittelabschnitt des Substrats ausgeübt wird und wenn der Druck auf den Randabschnitt des Sub-

strats ausgeübt wird.

[0130] Unter Berücksichtigung der gemessenen Daten des Substratprofils, der Substratdicke in bezug auf die Substratoberfläche und der Drehrichtungen und der Umdrehungsgeschwindigkeiten des Substrats und der Richtplatte wird der Druck, der von der Substratandrückeinrichtung auf das Substrat ausgeübt wird, gesteuert.

[0131] Sind beispielsweise die gemessenen Daten des Substratprofils konvex, werden die Andrückbedingungen unter Berücksichtigung der Substratdicke in bezug auf die Substratoberfläche bestimmt, so daß der Druck, der von der Substratandrückeinrichtung auf das Substrat ausgeübt wird, nicht ausschließlich auf eine lokale Fläche oder eine relativ konvexe Fläche konzentriert ist, sondern in einem bestimmten Maße auf eine relativ breite Fläche der Substratoberfläche, einschließlich der konvexen Fläche, verteilt wird. Wenn ein Substrat 6025 eine relativ große Dicke in bezug auf die Substratoberfläche ( $6 \times 6 \times 0,25$  Zoll) aufweist, ist die Druckverteilung in der planaren Richtung des Substrats groß. Deshalb wird das Substrat nur durch die Substratandrückeinrichtung, die im Mittelabschnitt des Substrats angeordnet ist, mit einem vorbestimmten Druck belastet. Wenn ein Substrat 5009 eine relativ kleine Dicke in bezug auf die Substratoberfläche ( $5 \times 5 \times 0,09$  Zoll) aufweist, ist die Druckverteilung in der planaren Richtung des Substrats klein. Deshalb wird bestimmt, daß die Last (Druck), die auf das Substrat durch die Substratandrückeinrichtung ausgeübt wird, die im Mittelabschnitt des Substrats angeordnet ist, relativ groß ist, während die Last (Druck), die auf das Substrat durch die Substratandrückeinrichtung ausgeübt wird, die im Randabschnitt des Substrats angeordnet ist, relativ klein ist.

[0132] Wenn die Substratdicke übermäßig groß ist, wird die lokale Fläche durch die Substratandrückeinrichtung nicht mit dem Druck belastet. Deshalb liegt das Verhältnis  $(\text{vorbestimmte Dicke})/(\text{vorbestimmte Fläche})$  des Substrats vorzugsweise in einem Bereich zwischen (einschließlich)  $1,0 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  und (einschließlich)  $4,0 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ . Wenn das Verhältnis  $4,0 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  überschreitet, ist die Druckübertragung durch die Substratandrückeinrichtung auf das Substrat in der Dickenrichtung schwierig. Das Verhältnis  $(\text{vorbestimmte Dicke})/(\text{vorbestimmte Fläche})$  liegt besonders bevorzugt in einem Bereich zwischen (einschließlich)  $1,3 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  und (einschließlich)  $2,8 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ .

[0133] (26) Ein Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohlings mit dem Schritt: Ausbilden eines Transferstrukturdünnschichtfilms auf einer Hauptoberfläche des elektronischen Bauelementssubstrats, das nach einem Verfahren hergestellt ist, das unter (24) oder (25) beschrieben ist.

[0134] Es ist möglich, einen Maskenrohling herzustellen, der eine hervorragende Strukturpositionsgenauigkeit hat, wenn eine Transfermaske hergestellt ist, und der eine hervorragende Strukturübertragungsgenauigkeit während der Strukturbelichtung hat.

[0135] (27) Ein Verfahren zur Herstellung einer Transfermaske mit dem Schritt: Strukturierung eines Transferstrukturdünnschichtfilms in einem Maskenrohling, der unter (26) beschrieben ist, um eine Transferstruktur auszubilden.

[0136] Es ist möglich, eine Transfermaske herzustellen, die eine hervorragende Positionsgenauigkeit und eine hervorragende Übertragungsgenauigkeit während der Strukturbelichtung hat.

[0137] (28) Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementssubstrats mit den Schritten: Halten eines Substrats in einem Halte Loch eines Trägers, Festklemmen der oberen und unteren Oberfläche des Substrats mittels einer oberen und unteren Richtplatte, die mit Polierscheiben versehen sind, die an diesen befestigt sind, und Drehen der

oberen und unteren Richtplatte um eine Achse senkrecht zur oberen und unteren Oberfläche des Substrats als bearbeitete Flächen, so daß das Substrat, das vom Träger gehalten wird, eine Reibbewegung durchführt, während es sich zwischen den Polierscheiben dreht und umläuft, um eine doppel-seitige Polierung des Substrats auszuführen, wobei:

auf die doppel-seitige Polierung eine Messung der Ebenheit mindestens einer der gegenüberliegenden Hauptoberflächen des Substrats folgt, wobei die Ebenheit des Substrats modifiziert wird, indem das Profil des Substrats auf einer relativ konvexen Fläche, wo das Profil relativ konvex ist in bezug auf irgendeine Referenzebene, die auf einer Hauptoberfläche bestimmt ist, mit Bezug auf die gemessenen Daten lokal modifiziert wird, so daß die Ebenheit des Substrats einem gewünschten Wert entspricht.

[0138] Hierbei ist die Ebenheit definiert als Differenz zwischen der größten Höhe und der kleinsten Höhe eines Oberflächenprofils einer Hauptoberfläche eines Substrats in bezug auf irgendeine Referenzebene, die auf der Hauptoberfläche bestimmt ist (d. h. Differenz zwischen der größten Höhe und der kleinsten Höhe einer gemessenen Oberfläche in bezug auf eine virtuelle absolute Ebene, die aus der gemessenen Oberfläche nach einer Fehlerquadratmethode berechnet wird).

[0139] Das Verfahren zur Messung der Ebenheit ist nicht spezifisch eingeschränkt. Beispielsweise kann ein auf Berührung beruhendes Ebenheitsmeßsystem unter Verwendung eines Meßfühlers oder ein berührungsloses Ebenheitsmeßsystem unter Nutzung optischer Interferenz verwendet werden. Angesichts der Meßgenauigkeit und des Meßflächenbereichs (breit) wird das berührungslose Ebenheitsmeßsystem bevorzugt.

[0140] Der Ebenheitsmeßflächenbereich ist eine Fläche der Hauptoberfläche des Substrats außer einer Zone von 3 mm von einer Seitenfläche des Substrats. Als Alternative kann der Meßflächenbereich eine Fläche einschließen, wo das Substrat auf einem Halbleiterscheiben-Stepper einer Belichtungsvorrichtung aufliegt, wenn die Transfermaske, z. B. eine Fotomaske oder eine Phasenschiebermaske, auf einem Halbleiterscheiben-Stepper aufliegt, um eine Struktur auf eine Halbleiterscheibe zu übertragen. Ferner kann der Meßflächenbereich eine Hilfsstrukturierungsfläche in einem Randabschnitt des Substrats aufweisen, wo eine Qualitätssicherungsstruktur oder eine Ausrichtungsmarke ausgebildet ist. Vorzugsweise umfaßt der Ebenheitsmeßflächenbereich die Gesamtfläche der Hauptoberfläche des Substrats (Hauptoberfläche außer dem Randabschnitt des Substrats (Seitenfläche des Substrats und abgeschrägte Fläche)) unter Berücksichtigung der Übertragungscharakteristik während der Strukturübertragung.

[0141] Vorzugsweise wird die Ebenheit beider gegenüberliegender Hauptoberflächen gemessen. Mit Bezug auf die Daten, die bei beiden gegenüberliegenden Hauptoberflächen gemessen werden, wird das Profil einer relativ konvexen Fläche, wo das Profil relativ konvex ist in bezug auf irgendeine Referenzebene, die auf jeder Oberfläche bestimmt ist, lokal modifiziert. Der Parallelismus des Substrats (d. h. die Dickendifferenz zwischen der größten Höhe und der kleinsten Höhe einer Hauptoberfläche in bezug auf die andere Hauptoberfläche als Referenzebene) ist besser, und die Strukturübertragungsgenauigkeit ist, wenn die Transfermaske hergestellt ist, besser.

[0142] Das Verfahren zur lokalen Modifikation des Profils ist nicht spezifisch eingeschränkt. Die erfindungsgemäße Modifikation des Profils erfolgt vorzugsweise bei einem einzelnen Substrat zu einer Zeit. Als Verfahren zur lokalen Modifikation des Profils kann ein Verfahren zur mechanischen Modifikation des Profils, ein Verfahren zur chemischen Mo-

difikation des Profils und ein Verfahren zur mechanischen und chemischen Modifikation des Profils verwendet werden.

[0143] Als Verfahren zur mechanischen Modifikation des Profils können verwendet werden: ein Verfahren zur Modifikation des Profils, bei dem eine Schlämme, die Schleifkörner enthält, dem Substrat zugeführt wird und eine Polierscheibe oder ein Polierband in Reibkontakt nur mit der relativ konvexen Fläche bewegt wird, ein Verfahren zur Modifikation des Profils, bei dem die Schleifscheibe oder das Polierband in Reibkontakt mit dem Substrat bewegt wird, wobei ein relativ großer Druck auf die konvexe Fläche ausgeübt wird, und ein Verfahren zur Modifikation des Profils, bei dem eine Flüssigkeit, z. B. eine Schlämme, auf die konvexe Fläche gesprüht wird.

[0144] Als Verfahren zur chemischen Modifikation des Profils kann ein Ätzverfahren zur Korrodierung und Beseitigung eines Teils des Substrats verwendet werden. Als Ätzverfahren stehen Naßätzen und Trockenätzen zur Verfügung. Um eine spezifische Fläche mit hoher Genauigkeit zu modifizieren, wird Trockenätzen bevorzugt. Als Ätzmittel, das beim Ätzen verwendet wird, ist eine Lösung eines fluorhaltigen Gases geeignet, wenn das Substrat aus einem SiO<sub>2</sub>-haltigen Glas besteht.

[0145] Als Verfahren zur mechanischen und chemischen Modifikation des Profils kann eine mechanisch-chemische Polierung durchgeführt werden, bei der das Substrat durch Schleifkörner korrodiert und entfernt wird.

[0146] Wenn der doppel-seitige Polierschritt ein mehrstufiger Polierschritt ist, der aufweist: einen Grobpolierschritt zum Polieren des Substrats unter Verwendung von relativ großen Schleifkörnern, um die Ebenheit beizubehalten, die im Läppschritt erreicht wird, und um einen Defekt zu beseitigen, der während des Läppschritts im Substrat entsteht, und einen Präzisionspolierschritt zum Polieren des Substrats unter Verwendung von relativ kleinen Schleifkörnern, um das Substrat zu einer Spiegelfläche zu verarbeiten, wird der Schritt zur lokalen Modifikation des Profils, um die Ebenheit des Substrats zu modifizieren, bevorzugt nach dem Präzisionspolierschritt zum Polieren des Substrats unter Verwendung der relativ kleinen Schleifkörner ausgeführt, um das Substrat zu einer Spiegelfläche zu verarbeiten, insbesondere nach einem Fertigpräzisionspolierschritt. Die Schleifkörner, die im Präzisionspolierschritt verwendet werden, können aus Cerdioxid oder kolloidalem Siliciumdioxid sein. Die durchschnittliche Partikelgröße der Schleifkörner ist 1 µm oder kleiner (z. B. 10 nm bis 1 µm).

[0147] Das elektronische Bauelementssubstrat, auf das sich die gesamte vorliegende Beschreibung bezieht, ist ein eckiges (z. B. vierseitiges (quadratisches oder rechteckiges)) Substrat und schließt ein Maskenrohlingssubstrat oder dgl. ein. Im Gegensatz zu einer kreisförmigen Halbleiterscheibe hat das erfindungsgemäße elektronische Bauelementssubstrat eine eckige Form. Wenn mehrere Substrate mit einer eckigen Form gleichzeitig in einem doppel-seitigen Chargenpolierverfahren auf der ersten und zweiten Hauptoberfläche poliert werden, kann im allgemeinen das Profil jeder Oberfläche asymmetrisch werden, und die einzelnen Substrate können eine unterschiedliche Ebenheit haben. Die Erfindung ist effektiv auf das elektronische Bauelementssubstrat mit einer eckigen Form anwendbar, dessen Ebenheit im doppel-seitigen Polierverfahren schwer zu steuern ist.

[0148] (29) Ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementssubstrats, wie unter (28) beschrieben, wobei das doppel-seitige Polieren ein mehrstufiger Polierschritt ist, der aufweist: einen Grobpolierschritt zum Polieren des Substrats unter Verwendung von relativ großen Schleifkörnern, um die Ebenheit beizubehalten, die in einem Läpp-

schritt erreicht wird, und um einen Fehler zu beseitigen, der im Substrat während des Läppschriffs entsteht, und einen Präzisionspolierschritt zum Polieren des Substrats unter Verwendung von relativ kleinen Schleifkörnern, um das Substrat zu einer Spiegelfläche zu verarbeiten.

**[0149]** Wenn das doppelseitige Polieren ein mehrstufiger Polierschritt ist, der aufweist: einen Grobpolierschritt zum Polieren des Substrats unter Verwendung von relativ großen Schleifkörnern, um die Ebenheit zu erhalten, die in einem Läppschrift erreicht wird, und um einen Defekt zu beseitigen, der während des Läppschriffs im Substrat entsteht, und einen Präzisionspolierschritt zum Polieren des Substrats unter Verwendung von relativ kleinen Schleifkörnern, um das Substrat zu einer Spiegelfläche zu verarbeiten, kann ein sehr glattes und sehr ebenes Substrat, das für ein elektronisches Bauelementsubstrat erforderlich ist, mit hoher Effizienz (mit hoher Produktivität) hergestellt werden.

**[0150]** (30) Ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementsubstrats, wie unter (28) oder (29) beschrieben, wobei die doppelseitige Polierung das Substrat mit einer Oberflächenrauigkeit Ra von 0,25 nm oder kleiner und einer Ebenheit von 1 µm oder kleiner ergibt, wobei Ra eine mittleren Mittellinienrauigkeit darstellt, die im japanischen Industriestandard JIS B0601 definiert ist.

**[0151]** Wenn das Substrat vor der Modifikation des Profils so verarbeitet ist, daß es eine Oberflächenrauigkeit Ra von 0,25 nm oder weniger und eine Ebenheit von 1 µm oder weniger hat, kann die Belastung bei der Modifikation des Profils reduziert und infolgedessen die Produktivität verbessert werden. Beim Ätzen (insbesondere Trockenätzen) zum Korrodieren und Entfernen des Substrats, als Mittel zur Modifikation des Profils, besteht die Tendenz, daß die Oberflächenrauigkeit des Substrats rauher wird während der Modifikation des Profils. Deshalb kann durch Reduzierung der Last bei der Modifikation des Profils die Oberflächenrauigkeit des Substrats vor der Modifikation des Profils beibehalten oder die Erhöhung der Oberflächenrauigkeit während der Modifikation des Profils unterdrückt werden.

**[0152]** (31) Ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementsubstrats, wie unter einem der Absätze (28) bis (30) beschrieben, wobei die lokale Modifikation des Profils durchgeführt wird, indem eine einseitige Polierung der Hauptoberfläche des Substrats durchgeführt wird und das Substrat auf der konvexen Fläche mit größerem Druck als auf der verbleibenden Fläche an die Polierscheibe ange-  
drückt wird, um die Ebenheit des Substrats zu modifizieren.

**[0153]** Wenn die Hauptoberfläche des Substrats einseitig poliert wird und das Substrat auf der konvexen Fläche mit größerem Druck als auf der verbleibenden Fläche an die Polierscheibe angedrückt wird, wird also das Profil lokal modifiziert. Auf diese Weise wird die Glätte der Substratoberfläche, die durch das doppelseitige Polierverfahren erreicht wird, beibehalten oder verbessert, so daß sich die Ebenheit verbessert.

**[0154]** Beispielweise ist das einseitige Polierverfahren in **Fig. 9** dargestellt.

**[0155]** Ein Richtplatte mit einer darauf befestigten Polierscheibe wird durch eine Dreheinheit (nicht dargestellt) in Drehbewegung versetzt. Auf der Richtplatte wird ein Substrat von einer Profilregulierungsandrückplatte gehalten, die drehbar gelagert ist. Schleifkörner werden zwischen das Substrat und die Polierscheibe eingebracht, und das Substrat wird in Reibkontakt mit der Polierscheibe bewegt, so daß das Substrat einseitig poliert wird. Die Profilregulierungsandrückplatte umfaßt einen Haltering, der das Substrat umgibt, und mehrere Andrückteile, die mit einem Zylinder verbunden sind, der durch einen Regler (nicht dargestellt) druckgesteuert ist, so daß mehrere geteilte Flächenbereiche einzeln

mit einem gewünschten Druck von der rückseitigen Oberfläche gegenüber der Hauptoberfläche angedrückt werden, die der lokalen Profilmodifikation unterzogen wird. Durch Steuerung der Andrückteile, die das Substrat so andrücken, daß der Druck der Polierscheibe, der auf das Substrat wirkt, auf der konvexen Fläche größer ist als auf der verbleibenden Fläche, wird das Profil modifiziert. In **Fig. 9** stellen Vektoren (Pfeile) der Andrückteile die Größen der Andrückkraft dar.

**[0156]** Die durchschnittliche Partikelgröße der Schleifkörner, die bei der Profilmodifikation verwendet werden, ist vorzugsweise kleiner oder gleich der durchschnittlichen Partikelgröße der Schleifkörner, die im doppelseitigen Fertigpolierschritt verwendet werden. Wenn der erstere größer ist als der letztere, wird die Ebenheit besser, aber die Glätte (Oberflächenrauigkeit) wird rauher. Vorzugsweise wird ein kolloidales Siliciumdioxid mit einer kleinen durchschnittlichen Partikelgröße verwendet.

**[0157]** Als Polierscheibe, die bei der Profilmodifikation verwendet wird, werden zweckmäßig ein Material und eine Härte gewählt, die die Ebenheit des Substrats verbessern. Vorzugsweise wird eine velourlederartige Polyurethanscheibe einer weichen oder ultraweichen Poliereinrichtung verwendet.

**[0158]** (32) Ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementsubstrats, wie unter (28) bis (31) beschrieben, wobei die lokale Profilmodifikation einen Ätzzvorgang verwendet.

**[0159]** In dem Modus, der den Ätzzvorgang nutzt, gibt es Fälle, wo der Ätzzvorgang allein verwendet wird und wo der Ätzzvorgang auf (13) angewendet wird.

**[0160]** Bei dem ersteren können das Naßätzen und das Trockenätzen verwendet werden.

**[0161]** Beim Naßätzen wird eine genaue Modifikation des Profils durchgeführt, indem eine Fläche außer der relativen konvexen Fläche mit einem ätzbeständigen Material vor dem Ätzen abgedeckt wird. Auf diese Weise wird das Profil der relativ konvexen Fläche lokal modifiziert.

**[0162]** Beim Trockenätzen wird das Profil modifiziert, während der konvexen Fläche ein Ätzzgas zugeführt wird. Im Vergleich zum Naßätzen unter Verwendung der Abdeckung kann das Profil einfach und genauer modifiziert werden.

**[0163]** Im letzteren Falle kann durch Einbeziehung eines Lösemittels, das die Ätzwirkung auf dem Substrat hat, in die Schlämme, die die Schleifkörner enthält, die Polierate reguliert werden.

**[0164]** (33) Ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementsubstrats, wie unter (28) bis (32) beschrieben, wobei das Substrat ein Glassubstrat für einen Maskenrohling ist. Der erfindungsgemäße Maskenrohling weist einen durchlässigen Maskenrohling und einen reflektierten Maskenrohling auf. Der Maskenrohling umfaßt ein Substrat und einen darauf ausgebildeten Transferstrukturdünnfilm. Der Transferstrukturdünnfilm wird zu einer Transferstruktur strukturiert, die auf ein Objekt zu übertragen ist.

**[0165]** Beispielweise ist der durchlässige Maskenrohling ein Fotomaskenrohling, der als Substrat ein Glassubstrat, das ein lichtdurchlässiges Substrat ist, und als Transferstrukturdünnfilm einen Dünnfilm umfaßt, der geeignet ist, eine optische Änderung des Belichtungslichts zu bewirken, das bei der Übertragung auf das Objekt verwendet wird (z. B. ein Dünnfilm mit einer Lichtabschirmfunktion).

**[0166]** Hier wird der Begriff "Maskenrohling" in einem breiten Sinn verwendet und schließt einen Fotomaskenrohling, der nur mit einem opaken Film mit einer Funktion zur Abschirmung des Belichtungslichts versehen ist, und einen Phasenschiebermaskenrohling ein, der mit einem Phasenschieberfilm mit einer Phasenverschiebungsfunktion verse-

hen ist, die geeignet ist, eine Änderung der Phasendifferenz im Belichtungslicht zu bewirken. Der erfindungsgemäße "Maskenrohling" schließt auch einen Phasenschiebermaskenrohling ein, der mit einem Halbttonfilm versehen ist, der ein halbdurchlässiger Film mit einer Funktion zur Abschirmung des Belichtungslichts und einer Phasenschieberfunktion ist, die geeignet ist, eine Änderung der Phasendifferenz zu bewirken.

[0167] Beispielsweise umfaßt der reflektierende Maskenrohling als Substrat ein Glassubstrat mit geringer Ausdehnung und als Transferstrukturdünnfilm einen reflektierenden Mehrschichtfilm, der auf dem Substrat ausgebildet ist, und einen Absorberfilm, der als Transferstruktur dient.

[0168] Zusätzlich zu dem opaken Film und/oder dem Phasenschieberfilm als Transferstrukturdünnfilm kann der erfindungsgemäße Maskenrohling einen Resistfilm, der als Maske dient, wenn der opake Film oder der Phasenschieberfilm strukturiert wird, und jeden anderen geeigneten Film (z. B. einen transparenten leitenden Film) aufweisen.

[0169] Das Material des Glassubstrats ist nicht spezifisch eingeschränkt. Als Glassubstrat zur Verwendung im Maskenrohling wird ein Glas verwendet, das geeignet ist, Belichtungslicht durchzulassen, z. B. ein synthetisches Quarzglas, ein alkalifreies Glas, ein Borosilicatglas, ein Aluminiumsilicatglas und ein Natronkalkglas.

[0170] (34) Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohlings mit dem Schritt: Ausbilden zumindest eines Transferstrukturdünnfilms auf einer Hauptoberfläche eines elektronischen Bauelementsubstrats, das nach dem Verfahren hergestellt ist, das unter (28) bis (33) beschrieben ist.

[0171] (35) Verfahren zur Herstellung einer Transfermaske mit dem Schritt: Ausbilden einer Transferstruktur durch Strukturierung eines Transferstrukturdünnfilms eines Maskenrohlings, der nach dem Verfahren hergestellt ist, das unter (28) bis (34) beschrieben ist.

[0172] (36) Ein Feinstrukturierungsverfahren zur Ausbildung einer Feinstruktur auf einem Objekt unter Verwendung einer Fotolithografiertechnik, wobei die Feinstruktur auf das Objekt unter Verwendung einer Transfermaske übertragen wird, die nach dem Verfahren hergestellt ist, das unter (7) beschrieben ist.

[0173] (37) Ein Feinstrukturierungsverfahren zur Ausbildung einer Feinstruktur auf einem Objekt unter Verwendung einer Fotolithografiertechnik, wobei die Feinstruktur auf das Objekt unter Verwendung der Transfermaske übertragen wird, die nach dem Verfahren hergestellt ist, das unter (27) beschrieben ist.

[0174] (38) Ein Feinstrukturierungsverfahren zur Ausbildung einer Feinstruktur auf einem Objekt unter Verwendung einer Fotolithografiertechnik, wobei die Feinstruktur auf das Substratobjekt unter Verwendung der Transfermaske übertragen wird, die nach dem Verfahren hergestellt ist, das unter (35) beschrieben ist.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnung

[0175] Fig. 1A, 1B und 1C sind Ansichten zur Beschreibung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Bestimmung einer Ebenheit eines elektronischen Bauelementsubstrats;

[0176] Fig. 2 ist eine Draufsicht einer erfindungsgemäßen Poliervorrichtung, die in dem Verfahren zur Regulierung der Ebenheit eines elektronischen Bauelementsubstrats verwendet wird;

[0177] Fig. 3 ist eine Schnittansicht, geschnitten entlang einer Linie A-A' in Fig. 2;

[0178] Fig. 4 ist eine Ansicht zur Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Regulierung der Ebenheit eines elektronischen Bauelementsubstrats, wenn das Substrat

eine konvexe Form hat; und

[0179] Fig. 5 ist eine Ansicht wie Fig. 4, wenn das Substrat eine konkave Form hat.

[0180] Fig. 6 ist eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Poliervorrichtung;

[0181] Fig. 7 ist eine schematische Ansicht eines Substratprofilregulierungsteils der Poliervorrichtung in Fig. 6;

[0182] Fig. 8 ist eine schematische Ansicht eines Substratoberflächendefektbeseitigungsteils der Poliervorrichtung in Fig. 6;

[0183] Fig. 9 ist eine schematische Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform der Poliervorrichtung;

[0184] Fig. 10 ist eine Ansicht, die einen Haltering zeigt;

[0185] Fig. 11 ist ein Flußdiagramm zur Beschreibung eines Verfahrens zur Herstellung eines elektronischen Bauelementsubstrats;

[0186] Fig. 12 ist eine Draufsicht eines Substratprofilregulierungsteils der Poliervorrichtung;

[0187] Fig. 13 ist eine Schnittansicht, geschnitten entlang der Linie A-A' in Fig. 12;

[0188] Fig. 14 ist eine schematische Ansicht eines Substratprofilmodifikationsteils;

[0189] Fig. 15 ist ein Flußdiagramm zur Beschreibung eines Verfahrens zur Herstellung eines elektronischen Bauelementsubstrats;

[0190] Fig. 16 ist eine schematische Ansicht einer bestehenden einseitigen Einzelscheibenpoliervorrichtung;

[0191] Fig. 17 ist eine Ansicht, die ein zu polierendes Substrat zeigt;

[0192] Fig. 18 ist eine Ansicht, die Polierbedingungen zeigt; und

[0193] Fig. 19 ist eine Ansicht, die weitere Polierbedingungen zeigt.

#### Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0194] Nachstehend wird ein Verfahren zur Bestimmung der Ebenheit eines elektronischen Bauelementsubstrats gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausführlich beschrieben.

[0195] Um einen Fotomaskenrohling, bei dem ein lichtabschirmender Dünnfilm mit einer Lichtabschirmfunktion als Dünnfilm ausgebildet ist, und einen Phasenschiebermaskenrohling herzustellen, bei dem ein Halbttonfilm mit einer Phasenverschiebungsfunktion und einer Lichtabschirmfunktion als Dünnfilm ausgebildet ist, wird die Ebenheit eines transparenten Substrats folgendermaßen bestimmt.

[0196] Zuerst wurde ein transparentes Substrat (Quarzglassubstrat) hergestellt, dessen Größe ( $6 \times 6 \times 0,25$  Zoll) (1 Zoll = 25,4 mm) und dessen Material dem Fotomaskenrohling entspricht und das eine bekannte Ebenheit ( $0,5 \mu\text{m}$  (konvex) aufweist, gemessen mit einem Ebenheitsmeßgerät (FM200, hergestellt von Tropol)). Auf einer Hauptoberfläche des transparenten Substrats wurden ein Chromnitridfilm, ein Chromcarbidfilm und ein Chromoxidnitridfilm als lichtundurchlässiger Film durch Kathodenzerstäubung bis zu einer Gesamtdicke von 900 Angström aufgebracht, um einen Fotomaskenrohling herzustellen. Andererseits wurde auf der Hauptoberfläche des transparenten Substrats ein mit Stickstoff behandelter Molybdänsilicidfilm als Halbttonfilm durch Kathodenzerstäubung bis zu einer Dicke von 800 Angström aufgebracht, um einen Phasenschiebermaskenrohling herzustellen. Man beachte hierbei, daß die Beschichtungsbedingungen für den lichtabschirmenden Dünnfilm und den Halbttonfilm die gleichen waren wie die bei der Herstellung des Fotomaskenrohlings und des Phasenschiebermaskenrohlings.

[0197] Bei jedem Fotomaskenrohling und bei jedem Pha-

senschiebermaskenrohling wurde die Ebenheit gemessen. Im Ergebnis hatte der Fotomaskenrohling eine Ebenheit von  $0,2\text{ }\mu\text{m}$  (konvex), während der Phasenschiebermaskenrohling eine Ebenheit von  $1,6\text{ }\mu\text{m}$  (konvex) hatte.

[0198] Aus der Ebenheit des transparenten Substrats, der Ebenheit des Fotomaskenrohlings und der Ebenheit des Phasenschiebermaskenrohlings wurde die Veränderung der Ebenheit des lichtabschirmenden Dünnfilms und die Veränderung der Ebenheit des Halbtonfilms berechnet. Im Ergebnis war die Veränderung der Ebenheit bei dem lichtundurchlässigen Film  $-0,3\text{ }\mu\text{m}$  und  $\mu\text{m}$  bei dem Halbtonfilm  $+1,1\text{ }\mu\text{m}$ .

[0199] Um eine ideale Ebenheit ( $0\text{ }\mu\text{m}$ ) bei dem Fotomaskenrohling und dem Phasenschiebermaskenrohling zu erreichen, wurde daher bestimmt, daß die Ebenheit des transparenten Substrats zur Herstellung des Fotomaskenrohlings  $0,3\text{ }\mu\text{m}$  (konvex) ist und die Ebenheit des transparenten Substrats zur Herstellung eines Phasenschiebermaskenrohlings  $1,1\text{ }\mu\text{m}$  (konkav) ist.

[0200] Als nächstes wird das Verfahren zur Bestimmung der Ebenheit eines elektronischen Bauelementssubstrats gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung ausführlich beschrieben.

[0201] Um eine Phasenschiebermaske herzustellen, bei der ein Halbtondünnfilm mit einer Phasenverschiebungsfunktion und einer Lichtabschirmfunktion als Dünnfilm ausgebildet ist, wird die Ebenheit eines transparenten Substrats folgendermaßen bestimmt.

[0202] Zuerst wurde ein transparentes Substrat (Quarzglassubstrat) hergestellt, dessen Größe ( $6 \times 6 \times 0,25$  Zoll) und dessen Material dem Phasenschiebermaskenrohling entsprach und das eine bekannte Ebenheit ( $1,0\text{ }\mu\text{m}$  (konvex), gemessen mit dem Ebenheitsmeßgerät (FM 200, hergestellt von Tropol)) aufwies. Auf einer Hauptoberfläche des transparenten Substrats wurde ein Molybdänsilicidnitridfilm als Halbtonfilm durch Kathodenzerstäubung bis zu einer Dicke von  $800\text{ Angström}$  aufgebracht, und ein Resistfilm wurde durch Schleuderbeschichtung bis zu einer Dicke von  $400\text{ Angström}$  ausgebildet. Mittels einer Maske mit einer gewünschten Struktur wurden Belichtung und Entwicklung durchgeführt. Somit wurde der Phasenschiebermaskenrohling mit einer gewünschten Struktur hergestellt (Strukturfüllfaktor (Apertur): etwa 20%).

[0203] Die Ebenheit der Phasenschiebermaske wurde gemessen. Im Ergebnis war die Ebenheit der Phasenschiebermaske gleich  $2,0\text{ }\mu\text{m}$  (konvex).

[0204] Um eine ideale Ebenheit ( $0\text{ }\mu\text{m}$ ) der Phasenschiebermaske zu erreichen, wurde daher bestimmt, daß die Ebenheit des transparenten Substrats zur Herstellung einer Phasenschiebermaske gleich  $2,0\text{ }\mu\text{m}$  (konkav) ist.

[0205] Dabei wurde der Strukturfüllfaktor (Apertur) allein berücksichtigt, um die Ebenheit des transparenten Substrats zu bestimmen. Aber auch bei dem gleichen Strukturfüllfaktor (Apertur) tritt eine Spannungsänderung in Abhängigkeit von der Position und der Form der Dünnfilmstruktur in bezug auf die Ebenheit des Maskenrohlings als Referenz auf. Wenn die Ebenheit mit größerer Genauigkeit gesteuert werden muß, wird daher bevorzugt, zusätzlich zum Strukturfüllfaktor (Apertur) die Ebenheit des transparenten Substrats mit Bezug auf die Position und die Form der Dünnfilmstruktur zu bestimmen.

#### Beispiel 1

[0206] Nachstehend werden ein Verfahren zur Herstellung eines Fotomaskenrohlings und ein Verfahren zur Herstellung einer Fotomaske beschrieben.

[0207] In einem Verfahren zur Regulierung der Ebenheit

eines transparenten Substrats, das später beschrieben wird, wurde die Ebenheit eines transparenten Substrats (Quarzglassubstrat) auf  $0,3\text{ }\mu\text{m}$  (konvex) eingestellt. Auf einer Hauptoberfläche des transparenten Substrats wurden ein Chromnitridfilm, ein Chromcarbidfilm und ein Chromoxidnitridfilm als lichtabschirmender Dünnfilm durch Kathodenzerstäubung bis zu einer Dicke von  $900\text{ Angström}$  unter den oben erwähnten Beschichtungsbedingungen aufgebracht. Es wurde also ein Fotomaskenrohling hergestellt.

[0208] Die Ebenheit des derartig hergestellten Fotomaskenrohlings wurde so gemessen, wie oben erwähnt. Im Ergebnis hatte der Fotomaskenrohling eine hohe Ebenheit von  $0,1\text{ }\mu\text{m}$  (konvex).

[0209] Die ideale Ebenheit von  $0\text{ }\mu\text{m}$  wurde wahrscheinlich wegen Schwankungen im Herstellungsverfahren und im Meßgerät nicht erreicht. Ferner wurde auf dem lichtabschirmenden Dünnfilm durch Schleuderbeschichtung ein Resistfilm aufgebracht. Mittels einer Maske mit einer vorbestimmten Struktur wurden Belichtung und Entwicklung durchgeführt. Es wurde also eine Fotomaske mit einer gewünschten Struktur hergestellt. Die Strukturposition der derartig hergestellten Fotomaske wurde mit Referenzstrukturdaten verglichen. Im Ergebnis war die Strukturpositionsgenauigkeit hervorragend.

#### Beispiel 2

[0210] Durch Steuerung der Polierbedingungen beim doppelseitigen Präzisionspolieren wurde die Ebenheit des transparenten Substrats (Quarzglas) auf  $1,1\text{ }\mu\text{m}$  (konkav) eingestellt. Auf einer Hauptoberfläche des transparenten Substrats wurde ein mit Stickstoff behandelter Molybdänsilicidfilm als Halbtonfilm durch Kathodenzerstäubung bis zu einer Dicke von  $800\text{ Angström}$  unter den oben erwähnten Beschichtungsbedingungen aufgebracht. Es wurde also ein Phasenschiebermaskenrohling hergestellt.

[0211] Die Ebenheit des derartig hergestellten Phasenschiebermaskenrohlings wurde so gemessen, wie oben beschrieben. Im Ergebnis hatte der Phasenschiebermaskenrohling eine hohe Ebenheit von  $0,2\text{ }\mu\text{m}$  (konkav). Die ideale Ebenheit von  $0\text{ }\mu\text{m}$  wurde wahrscheinlich wegen Schwankungen im Meßgerät nicht erreicht. Ferner wurde auf dem Halbtonfilm ein Resistfilm durch Schleuderbeschichtung ausgebildet. Mit Hilfe einer Maske mit einer vorbestimmten Struktur wurden Belichtung und Entwicklung durchgeführt. Es wurde also eine Phasenschiebermaske mit einer gewünschten Struktur hergestellt. Die Strukturposition der derartig hergestellten Phasenschiebermaske wurde mit Referenzstrukturdaten verglichen. Im Ergebnis war die Positionsgenauigkeit hervorragend.

#### Beispiel 3

[0212] Durch Steuerung der Polierbedingungen für das doppelseitige Präzisionspolieren wurde die Ebenheit eines transparenten Substrats (Quarzglassubstrat) auf  $2,0\text{ }\mu\text{m}$  (konkav) eingestellt. Auf einer Hauptoberfläche des transparenten Substrats wurde ein mit Stickstoff behandelter Molybdänsilicidfilm als Halbtonfilm durch Kathodenzerstäubung bis zu einer Dicke von  $800\text{ Angström}$  unter den oben erwähnten Beschichtungsbedingungen aufgebracht. Ferner wurde auf dem Halbtonfilm ein Resistfilm durch Schleuderbeschichtung bis zu einer Dicke von  $4000\text{ Angström}$  ausgebildet. Mit Hilfe einer Maske mit einer vorbestimmten Struktur wurden Belichtung und Entwicklung durchgeführt. Es wurde also eine Phasenschiebermaske mit einer gewünschten Struktur hergestellt.

[0213] Die Ebenheit der derartig hergestellten Phasen-



schiebermaske wurde so gemessen, wie oben beschrieben. Im Ergebnis hatte die Phasenschiebermaske eine hohe Ebenheit von 1,0 µm (konvex). Die ideale Ebenheit von 0 µm wurde wahrscheinlich wegen Schwankungen im Meßgerät nicht erreicht.

#### Vergleichsbeispiel

[0214] Ohne auf das oben erwähnte Verfahren zur Bestimmung der Ebenheit eines transparenten Substrats zurückzugreifen, wurde ein Substrat mit einer hohen Ebenheit (Quarzglassubstrat mit einer Ebenheit von 0,5 µm (konvex)) hergestellt, indem die Polierbedingungen des Präzisionspolierens gesteuert wurden, wie dem Fachmann bekannt ist. Wie in den Beispielen 1, 2 und 3 wurden ein Fotomaskenrohling, eine Fotomaske, ein Phasenschiebermaskenrohling und eine Phasenschiebermaske unter Verwendung des Substrats hergestellt.

[0215] Im Ergebnis war die Ebenheit des Fotomaskenrohlings 1,5 µm (konkav). Die Ebenheit des Phasenschiebermaskenrohlings war 1,6 µm (konvex). Die Ebenheit sowohl des Fotomaskenrohlings als auch des Phasenschiebermaskenrohlings war also schlechter. Ferner wurden auf die gleiche Weise, wie oben beschrieben, eine Fotomaske und eine Phasenschiebermaske hergestellt. Die Strukturpositionsgenauigkeit wurde bewertet. Im Ergebnis war die Strukturpositionsgenauigkeit im Vergleich mit den Referenzstrukturdaten schlechter.

[0216] Als nächstes wird mit Bezug auf Fig. 2 bis 5 ein Verfahren zur Regulierung der Ebenheit eines elektronischen Bauelements substrats (Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements substrats) nach einer Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

[0217] Mit Bezug auf Fig. 2 und 3 umfaßt eine Poliervorrichtung eine Richtplatte 1, die eine auf ihr befestigte Polierscheibe 2 aufweist und durch eine Drehbewegungseinheit (nicht dargestellt) mit Hilfe einer Richtplattendrehwelle gedreht wird, mehrere Andrückteile zum einzelnen und bedarfsgerechten Andrücken mehrerer geteilter Flächenbereiche der Hauptoberfläche eines Substrats, eine Andrückteilhalteeinrichtung 4 zum Halten der Andrückteile 3, eine Drucksteuereinrichtung zum Steuern eines Drucks, der auf jedes der Andrückteile 3 wirkt, und einen Haltering (Substrathalteeinrichtung) 5 zum Halten des Substrats 6. Die Drehbewegung der Richtplatte 1 und der Druck, der von jedem einzelnen Andrückteil 3 auf das Substrat 6 ausgeübt wird, werden gesteuert, und die Andrückteilhalteeinrichtung 4 und der Haltering 5 werden insgesamt gedreht. Es erfolgt also eine einseitige Polierung der Hauptoberfläche des Substrats, das der Polierscheibe 2 zugewandt ist.

[0218] Unter Verwendung der oben erwähnten Poliervorrichtung wird die Ebenheit des elektronischen Bauelementsubstrats folgendermaßen reguliert.

[0219] Das Substrat 6 wird durch den Haltering 5 auf der Richtplatte 1 gehalten und gedreht, während es von den Andrückteilen 3 gegen die Richtplatte 1 angedrückt wird.

[0220] Der Haltering 5 drückt die Polierscheibe 2 und dient dazu, den Druck, der auf einen Randabschnitt des Substrats 6 ausgeübt wird, auszugleichen und zu vereinheitlichen.

[0221] Die Polierscheibe 2 ist auf einer oberen Fläche der Richtplatte 1 befestigt. Die Andrückteile 3 drücken das Substrat 6 gegen die Polierscheibe 2 und drehen sich in einer Richtung entgegen der der Richtplatte 1. Die Hauptoberfläche des Substrats 6 wird also poliert.

[0222] Die Andrückteile 3 werden von der Andrückteilhalteeinrichtung 4 gehalten. Die Anzahl der Andrückteile 3 ist derartig, daß die obere Fläche des Substrats 6 überdeckt

ist, und ist geeignet, den Druck, der auf das Substrat 6 ausgeübt wird, lokal und nach Bedarf zu steuern.

[0223] Vorzugsweise werden die Andrückteile 3 von einem Druckluftzylinder betätigt. In diesem Fall kann der Arbeitsbereich (Hub) der Andrückteile 3 größer sein, und die Andrückteile 3 können ohne weiteres unter Verwendung eines DA-Umsetzers und eines pneumatisch/elektrischen Umsetzers gesteuert werden.

[0224] Beispielsweise wird angenommen, daß das Substrat 6 eine konvexe Form hat, wobei ein Mittelabschnitt sehr dick ist, wie in Fig. 3 dargestellt. In diesem Fall wird der Druck der Andrückteile 3, die sich im Mittelabschnitt des Substrats 6 befinden, erhöht, während der Druck der Andrückteile 3, die sich am Randabschnitt des Substrats 6 befinden, verringert wird. Die konvexe Form des Substrats kann also abgeflacht werden.

#### Beispiel 4

[0225] Mit Bezug auf Fig. 4 wurde die Ebenheit des elektronischen Bauelements substrats mit einer konvexen Form erfindungsgemäß folgendermaßen reguliert.

[0226] Die Ebenheit des elektronischen Bauelements substrats wurde gemessen. Im Ergebnis hatte die Substratoberfläche ein Profil wie eine Kuppel. Die Ebenheit war in der Größenordnung zwischen 0,6 und 0,7 µm (konvex). Daher wurde der Lasttyp (1), bei dem der Druck im Mittelabschnitt des Substrats hoch ist, zuerst gewählt. Insbesondere wurde keine Last auf die Andrückteile 3 ausgeübt, die im Mittelabschnitt des Substrats angeordnet sind, während die Last, die auf das Substrat 6 ausgeübt wurde, vom Mittelabschnitt des Substrats zum Randabschnitt des Substrats allmählich weniger wurde. In Fig. 4 stellen die numerischen Werte, die in den Lasttypen (1) und (2) dargestellt sind, den Druck (kg/cm<sup>2</sup>) dar, der auf das Substrat ausgeübt wird. Das Substrat wurde mit einer Drehzahl von 10 bis 20 U/min bei einer Polierzeit von 150 bis 300 s poliert. Es wurde eine Polierlösung verwendet, die kolloidales Siliciumdioxid (durchschnittliche Partikelgröße 100 nm) als Schleifmittel enthält, das in Wasser suspendiert ist. Im Ergebnis wurde das Substrat mit einer Ebenheit von 0,3 bis 0,5 µm (konvex) hergestellt.

[0227] Ferner wurde der Lasttyp (2) gewählt, bei dem der Mittelabschnitt des Substrats mit einem geringfügig höheren Druck belastet wird. Insbesondere wurden die Andrückteile 3, die im Randabschnitt des Substrats angeordnet sind, mit einer sehr kleinen Last (0,1 kg/cm<sup>2</sup>) beaufschlagt, während die verbleibenden Andrückteile 3, die im Mittelabschnitt des Substrats angeordnet sind, mit einer Last (0,2 kg/cm<sup>2</sup>) beaufschlagt wurden, die geringfügig größer war als die der Andrückteile 3 am Außenrand des Substrats. Das Substrat wurde mit einer Drehzahl von 5 bis 20 U/min bei einer Polierzeit von 90 bis 180 s poliert. Es wurde eine Polierlösung verwendet, die kolloidales Siliciumdioxid (durchschnittliche Partikelgröße 100 nm) als Schleifmittel enthält, das in Wasser suspendiert ist. Im Ergebnis wurde das Substrat mit einer Ebenheit von 0,1 bis 0,2 µm (konvex) hergestellt.

[0228] In dieser Ausführungsform wurde eine Kombination der beiden Lasttypen verwendet. Vorteilhafterweise wird die Anzahl der Lasttypen vorher festgelegt und eine optimale Kombination daraus gewählt. Die gewünschte Ebenheit kann also einfacher realisiert werden. Dabei wird die Ebenheit reguliert, indem mehrere Stufen von Lasttypen synchron mit dem Fortschritt der Polierung kombiniert werden. Auf diese Weise kann ein Substrat mit einer gewünschten Ebenheit effizient hergestellt werden.

[0229] Bei der Wahl des Lasttyps wird vorzugsweise ein Softwareprogramm verwendet, das mit verschiedenen Be-



dingungen der Poliervorrichtung, z. B. Temperatur, Drehzahl, Stromwert, Drehmomentwert der Richtplatte, geliefert wird, um eine optimale Kombination der Lasttypen zu wählen, um eine gewünschte Ebenheit zu erreichen.

#### Beispiel 5

[0230] Mit Bezug auf Fig. 5 wurde die Ebenheit des elektronischen Bauelementssubstrats mit einer konkaven Form reguliert.

[0231] Im Ergebnis der Messung des elektronischen Bauelementssubstrats hatte die Substratoberfläche ein Profil wie eine Schüssel. Die Ebenheit lag im Bereich zwischen 0,6 und 0,7  $\mu\text{m}$  (konkav). Daher wurde zuerst der Lasttyp (3) gewählt, bei dem die Eckabschnitte des Substrats mit einem höheren Druck belastet werden. Insbesondere wurde keine Last auf die Andrückteile 3 aufgebracht, die im Mittelabschnitt des Substrats angeordnet waren, während die Andrückteile 3, die in den Eckabschnitten des Substrats angeordnet waren, mit der höchsten Last beaufschlagt wurden. In Fig. 5 stellen die numerischen Werte, die in den Lasttypen (3) und (4) vorkommen, den Druck ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) dar, der auf das Substrat wirkt. Das Substrat wurde mit einer Drehzahl von 10 bis 20 U/min bei einer Polierzeit von 45 bis 100 s poliert. Es wurde eine Polierlösung verwendet, die kolloidales Siliciumdioxid (durchschnittliche Partikelgröße 100 nm) als Schleifmittel enthält, das in Wasser suspendiert ist. Im Ergebnis wurde das Substrat mit einer Ebenheit von 0,4 bis 0,5  $\mu\text{m}$  (konkav) hergestellt.

[0232] Ferner wurde der Lasttyp (4) gewählt, bei dem die Eckabschnitte des Substrats mit einem geringfügig höheren Druck belastet werden. Im einzelnen wurden die Andrückteile 3, die im Mittelabschnitt des Substrats angeordnet sind, ohne Last verwendet, während die Andrückteile 3, die im Randabschnitt des Substrats angeordnet sind, mit einer Last beaufschlagt wurden, die von den Eckabschnitten des Substrats nach innen allmählich geringer wurde. Das Substrat wurde mit einer Drehzahl von 5 bis 20 U/min bei einer Polierzeit von 5 bis 20 s poliert. Es wurde eine Polierlösung verwendet, die kolloidales Siliciumdioxid (durchschnittliche Partikelgröße 100 nm) als Schleifmittel enthält, das in Wasser suspendiert ist. Im Ergebnis wurde das Substrat mit einer Ebenheit von 0,2 bis 0,3  $\mu\text{m}$  (konkav) hergestellt.

#### Vergleichsbeispiel

[0233] Die elektronischen Bauelementssubstrate, die in den Beispielen 3 und 4 verwendet werden, wurden poliert, wobei eine gleichmäßige Last auf die Oberfläche des Substrats ausgeübt wurde. Im Ergebnis war die Ebenheit nicht hervorragend.

#### Beispiel 6

[0234] Die Ebenheit wurde so reguliert wie im Beispiel 3, außer daß die im Beispiel 3 verwendete Polierlösung durch eine Polierlösung ersetzt wurde, die kolloidales Siliciumdioxid (durchschnittliche Partikelgröße 100 nm) als Schleifmittel enthält, und daß Natriumhydroxid hinzugesetzt wurde, um einen pH-Wert von 11,2 zu erreichen, und daß mechanisch-chemisches Polieren verwendet wurde.

[0235] Im Ergebnis hatte das schließlich hergestellte Substrat eine im wesentlichen äquivalente Ebenheit. Allerdings kann die Polierzeit, die bei der Regulierung der Ebenheit erforderlich ist, um etwa 15 bis 20% verkürzt werden.

[0236] Auch wenn der Dünnsfilm selbst eine Filmspannung hat, kann der Fotomaskenrohling mit einer gewünschten Ebenheit erfindungsgemäß hergestellt werden. Es ist da-

her möglich, ein Verfahren zur Herstellung eines Fotomaskenrohlings und ein Verfahren zur Herstellung einer Fotomaske bereitzustellen, die in der Lage sind, eine gewünschte Ebenheit des Fotomaskenrohlings zu erreichen, und die in der Lage sind, eine Verschlechterung der Strukturpositionsgenauigkeit der Fotomaske sowie das Auftreten eines Strukturverschiebungsfehlers und eines Strukturdefekts während der Strukturübertragung zu vermeiden.

[0237] Es kann außerdem ein Verfahren zur Bestimmung der Ebenheit eines elektronischen Bauelementssubstrats, das in einem Fotomaskenrohling und in einer Fotomaske verwendet werden kann, die eine hervorragende Ebenheit haben, sowie ein Verfahren zur Regulierung der Ebenheit bereitgestellt werden.

#### Poliervorrichtung und Polierverfahren

[0238] "Substrat" bedeutet hier ein Objekt (zu polierendes Objekt, Substrat), das einer Profilregulierung oder Modifikation und einer Oberflächendefektbeseitigung durch eine Poliervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zu unterziehen ist.

[0239] Mit Bezug auf Fig. 6 umfaßt die erfindungsgemäße Poliervorrichtung einen Richtplatte 1', die mit einer darauf befestigten Polierscheibe 2' versehen ist und durch eine Drehbewegungseinheit (nicht dargestellt) mittels einer Richtplattendrehwelle 10' in Drehbewegung versetzt wird, ein Substratprofilregulierungsteil 6' und ein Substratoberflächendefektbeseitigungsteil 9'. Der Substratprofilregulierungsteil 6' umfaßt eine Profilregulierungsandrückplatte (Substratandrückeinrichtung) 4' mit mehreren Andrückteilen 23' zum einzelnen und bedarfsgerechten Andrücken mehrerer geteilter Flächenbereiche einer Hauptoberfläche eines Substrats, eine Drucksteuereinrichtung 26' zum Steuern eines Drucks, der von jedem der Andrückteile 23' ausgeübt wird, und einen Haltering (Substrathalteeinrichtung) 22' zum Halten des Substrats. Die Drehbewegung der Richtplatte 1' und der Druck, der von jedem einzelnen Andrückteil 23' auf das Substrat ausgeübt wird, werden gesteuert, und die Profilregulierungsandrückplatte 4' und der Haltering 22' drehen sich zusammenhängend. Der Substratprofilregulierungsteil 6' führt eine einseitige Polierung der Hauptoberfläche des Substrats durch, die der Polierscheibe 2' zugewandt ist. Der Substratoberflächendefektbeseitigungsteil 9' umfaßt eine Defektbeseitigungsandrückplatte 7', an der eine Polierscheibe befestigt ist, und einen Träger 31' zum Halten des Substrats. Durch die Drehbewegung der Richtplatte 1' und die Drehbewegung des Trägers 31' werden beide gegenüberliegende Hauptoberflächen des Substrats poliert, um ein Schleifmittel, das auf dem Substrat haftet, und einen mikroskopischen Fehler zu beseitigen.

[0240] Der Richtplatte 1', die Profilregulierungsandrückplatte 4', der Haltering 22', die Defektbeseitigungsandrückplatte 7' und der Träger 31' werden durch unabhängige Drehbewegungseinheiten (nicht dargestellt) über entsprechender Drehwellen in Drehung versetzt. Die Drehwellen und die Richtplattendrehwelle sind unabhängig voneinander auch rückwärts drehbar. Die Profilregulierungsandrückplatte 4' und die Defektbeseitigungsandrückplatte 7' können in einer horizontalen Richtung eine Taumbewegung ausführen. Bei der oben erwähnten Struktur können Polierbedingungen flexibel bestimmt werden.

[0241] Sowohl der Substratprofilregulierungsteil 6' als auch der Substratoberflächendefektbeseitigungsteil 9' ist mit Schleifmittel-(Schlämme-)Zuführungseinrichtungen 3' versehen, um dem Substrat eine Schleifmittellösung (Schlämme) zuzuführen. Als Alternative kann die Schleifmittellösungszuführungseinrichtung 3', eine an der Anzahl, verwendet

werden, um eine Schleifmittellösung im Substratprofilregulierungsteil **6'** und im Substratoberflächendefektbeseitigungsteil **9'** gemeinsam zuzuführen.

[0242] Die erfindungsgemäße Poliervorrichtung kann eine Struktur haben, bei der der Substratprofilregulierungsteil **6'** und der Substratoberflächendefektbeseitigungsteil **9'** mit getrennten Richtplatten versehen sind. Als Alternative können mehrere Substratprofilregulierungsteile **6'** und mehrere Substratoberflächendefektbeseitigungsteile **9'** für einen einzigen Richtplatte bereitgestellt werden.

[0243] Als nächstes werden mit Bezug auf **Fig. 7** und **8** der Substratprofilregulierungsteil **6'** und der Substratoberflächendefektbeseitigungsteil **9'** sowie die Poliervorrichtung, die diese verwendet, ausführlich beschrieben.

[0244] Mit Bezug auf **Fig. 7** umfaßt die Profilregulierungsandrückplatte (Substratandrückeinrichtung) **4'** mehrere Andrückteile **23'**, die gleichmäßig in gleichen Abständen in bezug auf die Hauptoberfläche des Substrats verteilt sind, und eine Andrückteilhalteeinrichtung **24'**, die die Andrückteile **23'** hält. Damit die Andrückteile **23'** gleichmäßig in bezug auf die Hauptoberfläche des Substrats verteilt sind, ist die Andrückteilhalteeinrichtung **24'** mit mehreren zylindrischen Löchern ( $6 \times 6$ , wenn das Substrat ein elektronisches Bauelementsubstrat (Maskenrohlingssubstrat) ist) versehen. In jedem Loch ist das Andrückteil **23'** zum lokalen Andrücken des Substrats durch ein Verbindungsteil **25'** mit einem einfachwirkenden Zylinder als Drucksteuereinrichtung **26'** verbunden, die in der Lage ist, den Druck in mehreren Stufen zu steuern. Durch Zuführung von Druckluft zum Zylinder werden die Andrückteile **23'** betätigt. Dadurch kann ein ausreichender Hub sichergestellt werden, und die Steuerung unter Verwendung eines DA-Umsetzers und eines elektronisch/pneumatischen Umsetzers ist einfach.

[0245] Auf den Oberflächen der Andrückteile **23'** und der Andrückteilhalteeinrichtung **24'**, die der Richtplatte zugewandt ist, ist eine Packungsauflage **21'** zwischen den Andrückteilen **23'** und der Andrückteilhalteeinrichtung **24'** und dem Substrat angeordnet, um zu verhindern, daß das Substrat durch die Andrückteile **23'** beschädigt wird.

[0246] Der Haltering **22'** als die Substrathalteeinrichtung ist entlang einem Außenrand des Substrats angeordnet und wird von einem oder mehreren der Zylinder angedrückt, deren Druck von einem elektronischen Regler gesteuert wird. Wie in **Fig. 10** dargestellt, kann der Haltering **22'** auf der Seite der Richtplatte **1'** mit einem elastischen Teil **51'** versehen sein, das an einem Innenrandabschnitt ausgebildet ist, um mit einem Substrat **27'** in Berührung zu kommen, um zu verhindern, daß ein Substratende (Seitenfläche, abgeschrägte Fläche) abgeschnitten oder beschädigt wird. Das elastische Teil **51'** kann über eine Gesamtfläche entlang dem Außenrand des Substrats ausgebildet sein oder kann partiell ausgebildet sein.

[0247] Das Substrat **27'**, das vom Haltering **22'** gehalten wird, dreht sich um seine eigene Achse, nämlich entsprechend der Drehung der Andrückteilhalteeinrichtung **24'** mit den einzelnen Andrückteilen **23'**, deren Druck so gesteuert wird, daß das Profil des Substrats **27'** zu einem gewünschten Profil wird. Durch die Drehung der Richtplatte **1'**, führt die Polierscheibe **2'**, die auf dem Richtplatte **1'** fest angeordnet ist, eine relative Reibbewegung in bezug auf die Hauptoberfläche des Substrats durch, die der Richtplatte zugewandt ist. Infolgedessen wird das Substrat einseitig poliert, so daß die Fläche, wo das Profil relativ konvex ist in bezug auf irgendeine Referenzebene, die auf der Hauptoberfläche des Substrats bestimmt ist, die der Richtplatte zugewandt ist, mehr abgetragen wird als die verbleibende Fläche. Das Profil wird also reguliert.

[0248] Der Haltering **22'** und die Andrückteilhalteeinrich-

tung **24'** können mit einer Taumelscheibeneinrichtung verbunden sein, um einer Taumelbewegung ausgesetzt zu werden.

[0249] Anstelle der Packungsauflage **21'** kann mindestens ein Teil des Andrückteils **23'**, der in Kontakt mit dem Substrat **27'** zu bringen ist, aus einem Material bestehen, das die Substratoberfläche nicht beschädigt.

[0250] Die Anordnung und die Anzahl der Andrückteile **23'** sind nicht spezifisch eingeschränkt und können dementsprechend in Abhängigkeit von der Größe und Form des Substrats **27'** und der Profilgenauigkeit des Substratprofils modifiziert werden.

[0251] Mit Bezug auf **Fig. 8** wird nachstehend der Substratoberflächendefektbeseitigungsteil **9'** beschrieben.

[0252] Die Defektbeseitigungsandrückplatte **7'** wird durch eine Dreheinheit (nicht dargestellt) über eine Drehwelle in Drehbewegung versetzt und ist auf der Seite der Richtplatte mit einer an ihr befestigten Polierscheibe **2'** versehen.

[0253] Der Träger **31'** hat ein Substrathalteloch, das in einer exzentrischen Position ausgebildet ist.

[0254] Der Träger **31'** wird durch eine Dreheinheit (nicht dargestellt) um eine Drehwelle in Drehbewegung versetzt, und zwar unabhängig von der Defektbeseitigungsandrückplatte **7'**.

[0255] Das Substrat **27'**, das im Substrathalteloch gehalten wird, dreht sich um seine eigene Achse, wobei es der Drehung des Trägers **31'** folgt. Außerdem führen durch die Drehung der Richtplatte und der Andrückplatte die Polierscheibe **2'**, die auf der Richtplatte befestigt ist, und die Polierscheibe **2'**, die auf der Defektbeseitigungsandrückplatte **7'** befestigt ist, eine relative Reibbewegung in bezug auf beide gegenüberliegende Hauptoberflächen des Substrats durch. Infolgedessen wird die Hauptoberfläche des Substrats, die der Richtplatte zugewandt ist, von der Richtplatte auf der Seite der Defektbeseitigungsandrückplatte **7'** poliert, während der Defekt oder der Fremdkörper auf der Oberfläche gegenüber der Oberfläche, deren Substratprofil (Ebenheit) von der Poliervorrichtung unter (**17**) modifiziert wird, auf der Seite der Richtplatte poliert wird. Die Oberfläche, deren Profil (Ebenheit) durch die Poliervorrichtung unter (**17**) modifiziert wird, wird beibehalten, und der Defekt, z. B. ein Fehler oder ein Fremdkörper, können beseitigt werden.

[0256] Der Träger **31'** muß eine mechanische Haltbarkeit gegen die Drehung haben und besteht vorzugsweise aus einem Material, z. B. nichtrostende Legierung, Vinylchlorid und Kunststoffmaterial. Die Dicke ist vorzugsweise so groß wie möglich innerhalb eines Bereichs, der kleiner ist als die Dicke des Substrats. Der Träger kann mehrere Substrathaltelöcher haben, so daß mehrere Substrate angeordnet werden können.

[0257] Der Richtplatte **1'** ist mit einem Temperatursensor versehen, der innen angeordnet ist, so daß die Oberflächentemperatur der Richtplatte konstant gehalten wird. Ein ähnlicher Temperatursensor kann an der Defektbeseitigungsandrückplatte **7'** des Substratoberflächendefektbeseitigungsteils **9'** befestigt sein.

#### Herstellung des elektronischen Bauelementsubstrats

[0258] Nachstehend wird ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementsubstrats beschrieben.

[0259] Mit Bezug auf **Fig. 11** umfaßt das Verfahren die folgenden Schritte:

(S101) einen Polierschritt zum Polieren, nach einem doppelseitigen Polierverfahren unter Verwendung von relativ großen Schleifkörnern, beider gegenüberliegender Hauptober-

flächen eines elektronischen Bauelementssubstrats nach Abschragung einer Seitenfläche des Substrats und nach Läppung beider gegenüberliegender Hauptoberflächen des Substrats auf einer Läppplatte oder dgl.;

(S102) einen Ebenheitsmeßschritt zum Messen der Ebenheit einer der Hauptoberflächen des Substrats, die mit dem Polierschritt erreicht wird;

(S103) einen Profilregulierungsschritt zur Regulierung (Modifikation) der Ebenheit des Substrats durch lokale Regulierung des Profils der gemessenen Oberfläche in bezug auf die gemessenen Daten, so daß die Ebenheit des Substrats mit einem gewünschten Wert übereinstimmt; und

(S104) einen Substratdefektbeseitigungsschritt zum Beseitigen eines Defekts, der in der Substratoberfläche nach Regulierung des Profils vorhanden ist.

[0260] Um zu verhindern, daß die Schleifkörner, die in einem vorherigen Schritt verwendet werden, in den nächsten Schritt eingebracht werden, kann ein Reinigungsschritt zur Beseitigung der Schleifkörner, die am Substrat haften, zwischen dem Polierschritt und dem Profilregulierungsschritt und zwischen dem Profilregulierungsschritt und dem Oberflächendefektbeseitigungsschritt eingefügt werden.

[0261] Im Polierschritt (S101) kann eine einseitige Polierung zum Polieren der Hauptoberflächen des Substrats, eines nach dem anderen, für die erste und zweite Hauptoberfläche des Substrats oder ein doppelseitiges Polieren zum Polieren beider Hauptoberflächen des Substrats gleichzeitig durchgeführt werden. In Anbetracht der Produktivität wird die doppelseitige Polierung bevorzugt. Normalerweise wird die doppelseitige Polierung unter Verwendung einer doppelseitigen Poliervorrichtung durchgeführt, die in Fig. 16 dargestellt ist. Das Substrat 27' wird in das Halte Loch des Trägers 31' eingesetzt und in diesem gehalten. Ein äußeres Getrieberad des Trägers 31' ist mit einem Sonnenrad 64' und einem Innenzahnrad 63' der doppelseitigen Poliervorrichtung in Eingriff. Der Träger 31' dreht sich und läuft um, und die Schleifkörner werden zugeführt. Die Polierscheiben 2', die auf der oberen und unteren Richtplatte befestigt sind, die sich gegeneinander drehen, führen eine relative Reibbewegung in bezug auf das Substrat durch, so daß beide Hauptoberflächen des Substrats doppelseitig poliert werden.

[0262] Im allgemeinen umfaßt der Polierschritt mehrere Polierschritte, nämlich u. a. eine Grobpolierschritt, der dazu bestimmt ist, einen Defekt auf einer Hauptoberfläche des Substrats zu beseitigen, der in einem Läppschritt entsteht, und die Ebenheit beizubehalten, die im Läppschritt erreicht wird, und einen Präzisionspolierschritt, der dazu bestimmt ist, die Hauptoberfläche des Substrats zu einer Spiegelfläche zu verarbeiten.

[0263] Im Ebenheitsmeßschritt (S102) wird die Ebenheit nach dem oben erwähnten Ebenheitsmeßverfahren auf den oben erwähnten Meßflächenbereich unter entsprechend gewählten Bedingungen gemessen. Die Ebenheitsdaten, die durch das Messen ermittelt werden, werden in einem Speichermedium, z. B. Computer, gespeichert. Nach Vergleich der gemessenen Daten, die gespeichert werden, und der gewünschten Ebenheitsdaten, die vorher gespeichert worden sind, wird die Differenz der Ebenheit berechnet. Die Bearbeitungsbedingungen werden so bestimmt, daß die Ebenheit des Substrats nach Beseitigung der Differenz mit dem gewünschten Wert übereinstimmt.

[0264] Der Bearbeitungsbedingungen können folgendermaßen bestimmt werden.

[0265] Um das Verständnis zu erleichtern, wird nachstehend der Fall beschrieben, wo das Profil des Substrats, bei dem eine Hauptoberfläche ein konvexes Profil (Ebenheit) hat, reguliert (modifiziert) wird. Es wird angenommen, daß die Drehrichtung des Substrats und die Drehrichtung der

Richtplatte entgegengesetzt oder gleich sind.

[0266] Mit Bezug auf Fig. 12 und 13 wird der Substratprofilregulierungsteil 6' dargestellt.

[0267] Nach Bestimmung der Bearbeitungsbedingungen für das Substrat 27' werden das Profil und die numerischen Werte, die durch ein Ebenheitsmeßgerät ermittelt werden, in eine Fläche umgerechnet, um den Druck und die Drehzahl an einer Abtragposition zu bestimmen.

[0268] Zu dem Zeitpunkt, wo die vorbestimmte Abtragposition unter den oben erwähnten Bedingungen erreicht ist, ändert sich die Bearbeitungsbedingungen, und es werden neue Bearbeitungsbedingungen für eine weitere Stufe bestimmt. Dabei wird das Profil reguliert.

[0269] Der Profilregulierungsschritt (S103) wird vom Substratprofilregulierungsteil 6' der oben erwähnten Poliervorrichtung entsprechend den Bearbeitungsbedingungen durchgeführt, die im oben erwähnten Ebenheitsmeßschritt bestimmt werden.

[0270] Der Oberflächendefektbeseitigungsschritt (S104) wird vom Substratoberflächendefektbeseitigungsteil 9' der oben erwähnten Poliervorrichtung durchgeführt.

[0271] Der oben erwähnte Ebenheitsmeßschritt kann gleichzeitig mit dem Profilregulierungsschritt folgendermaßen durchgeführt werden. Mit dem Fortschritt der Profilregulierung wird die Ebenheit des Substrats gemessen. Die Ebenheitsinformation, die durch die Messung ermittelt wird, fließt in die Andrückbedingungen der einzelnen Andrückteile ein.

[0272] Der Profilregulierungsschritt (S103) und der Oberflächendefektbeseitigungsschritt (S104) können auf verschiedene Weise durchgeführt werden. Nachdem der Profilregulierungsschritt (S103-1) für eine Hauptoberfläche des Substrats beendet ist, wird der Profilregulierungsschritt (S103-2) für die andere Hauptoberfläche durchgeführt. Danach wird der Oberflächendefektbeseitigungsschritt (S104) durchgeführt. Nachdem der Profilregulierungsschritt (S103-1) für eine Hauptoberfläche des Substrats beendet ist, wird als Alternative der Oberflächendefektbeseitigungsschritt (S104-1) durchgeführt. Dann wird, nachdem der Profilregulierungsschritt (S103-2) für die andere Hauptoberfläche beendet ist, der Oberflächendefektbeseitigungsschritt (S104-2) durchgeführt. Das Substrat kann in der Mitte des Oberflächendefektbeseitigungsschritts (S104) gewendet werden.

#### Elektronisches Bauelementssubstrat

[0273] Das erfindungsgemäße elektronische Bauelementsubstrat wird beispielsweise nach dem oben erwähnten Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementssubstrats hergestellt und hat eine hohe Ebenheit und einen hohen Parallelismus. Mit Bezug auf Fig. 17 ist das elektronische Bauelementssubstrat ein eckiges (rechteckiges) Substrat mit einem Paar Hauptoberflächen 71', die einander gegenüberliegen, zwei Paar Seitenoberflächen 72', die senkrecht zu den Hauptoberflächen 71' sind, und abgeschrägte Flächen 73', die zwischen den Hauptoberflächen und den Seitenflächen angeordnet sind. Die Hauptoberfläche (vorzugsweise die beiden gegenüberliegenden Hauptoberflächen) hat eine hohe Ebenheit, die größer ist als 0 µm und nicht größer als 0,25 µm. Die Ebenheit bedeutet die Ebenheit einer Gesamtfläche der Hauptoberfläche(n) des Substrats ohne die Seitenflächen und die abgeschrägten Flächen. Danach gibt ein Ebenheitswert die Ebenheit der Gesamtfläche der Hauptoberfläche(n) des Substrats an.

[0274] Das Substrat hat einen hohen Parallelismus. Die Hauptoberfläche des Substrats hat einen Parallelismus, der größer ist als 0 µm und nicht größer als 1 µm.

[0275] Beide gegenüberliegende Hauptoberflächen des

Substrats werden durch Präzisionspolieren zu Spiegelflächen geglättet. Die Hauptoberflächen werden so geglättet, daß sie in der durchschnittlichen Oberflächenrauigkeit Ra eine Oberflächenrauigkeit von 0,3 nm oder weniger haben, wobei Ra eine mittlere Mittellinienrauigkeit darstellt, die im japanischen Industriestandard JIS B0601 definiert ist. Die Oberflächenrauigkeit der Hauptoberfläche ist angesichts der Ermittlung eines Defekts und der Gleichmäßigkeit einer Filmoberfläche nach der Beschichtung vorzugsweise so gering wie möglich. Vorzugsweise werden die Hauptoberflächen zu Spiegelflächen mit einem Ra von 0,2 nm oder weniger, vorzugsweise 0,15 nm oder weniger geglättet. **[0276]** Um die Entstehung von Partikeln zu verhindern, werden die Seitenflächen und die abgeschrägten Flächen des Substrats durch Bürstenpolieren oder dgl. vorzugsweise zu Spiegelflächen geglättet. Die Oberflächenrauigkeit in der durchschnittlichen Oberflächenrauigkeit Ra ist vorzugsweise 0,3 nm oder weniger, besonders bevorzugt 0,2 nm oder weniger und weiter bevorzugt 0,15 nm oder weniger.

#### Beispiel 1

##### 1. Grobpolierschritt (S101)

**[0277]** Es wurden synthetische Quarzglassubstrate (6 × 6 Zoll) hergestellt, nachdem sie einer Abschrägung an ihren Stirnflächen und einer Läppung mit einer doppelseitigen Läppvorrichtung unterzogen worden sind. Die Glassubstrate, 12 an der Zahl, wurden in die oben erwähnte doppelseitige Polier Vorrichtung eingelegt und einem Grobpolierschritt unter den folgenden Polierbedingungen unterzogen. Bearbeitungslast und Polierzeit wurden entsprechend reguliert.

Polierlösung: Cerdioxid (durchschnittliche Partikelgröße: 2 bis 3 µm) + Wasser

Polierscheibe: harte Polierscheibe (Urethan)

**[0278]** Nach Beendigung des Grobpolierschritts wurden die Glassubstrate in einen Reinigungstank getaucht (mit Ultraschallwellen versorgt), um gereinigt zu werden, um Schleifkörner zu beseitigen, die an den Glassubstraten haften.

##### 2. Präzisionspolierschritt (S101)

**[0279]** Die Glassubstrate, 12 an der Zahl, wurden in die oben erwähnte doppelseitige Polier Vorrichtung eingesetzt und einem Präzisionspolierschritt unter den folgenden Polierbedingungen unterzogen. Bearbeitungslast und Polierzeit wurden entsprechend reguliert.

Polierlösung: Cerdioxid (durchschnittliche Partikelgröße: 1 µm) + Wasser

Polierscheibe: weiche Polierscheibe (Velourleder)

**[0280]** Nach Beendigung des Präzisionspolierschritts wurden die Glassubstrate in einen Reinigungstank getaucht (mit Ultraschallwellen versorgt), um gereinigt zu werden, um Schleifkörner zu beseitigen, die an den Glassubstraten haften.

##### 3. Ultrafeiner Präzisionspolierschritt (S101)

**[0281]** Die Glassubstrate, 12 an der Zahl, wurden in die oben erwähnte doppelseitige Polier Vorrichtung eingelegt und einem ultrafeinen Präzisionspolierschritt unter den folgenden Polierbedingungen unterzogen. Bearbeitungslast und Polierzeit wurden entsprechend reguliert.

Polierlösung: kolloidales Siliciumdioxid (durchschnittliche Partikelgröße: 100 nm) + Wasser

Polierscheibe: ultraweiche Polierscheibe (Velourleder)

**[0282]** Nach Beendigung des ultrafeinen Präzisionspolierschritts wurden die Glassubstrate in einen Reinigungstank getaucht (mit Ultraschallwellen versorgt), um gereinigt zu werden, um Schleifkörner zu beseitigen, die an den Glassubstraten anhaften.

##### 4. Ebenheitsmeßschritt (S102)

**[0283]** Aus den derartig hergestellten 12 Glassubstraten wurde eines der Glassubstrate ausgewählt. Bei dem einen Glassubstrat wurde die Ebenheit einer Hauptoberfläche mit dem Ebenheitsmeßgerät (FM200, hergestellt von Tropel) gemessen. Im Ergebnis war das Substratprofil konkav, und die Ebenheit war 0,68 µm.

**[0284]** Die Oberflächenrauigkeit der Glassubstrate wurde mit einem AF-Mikroskop (Nanoscope, hergestellt von Digital Instruments) gemessen. Danach wurde die Oberflächenrauigkeit Ra mit dem gleichen Gerät gemessen. Im Ergebnis war die durchschnittliche Oberflächenrauigkeit Ra 0,18 nm.

**[0285]** Bei allen 12 Substraten und bei beiden gegenüberliegenden Hauptoberflächen wurde die Messung der Ebenheit auf die gleiche Weise durchgeführt. Die Meßdaten wurden in einem Computer gespeichert.

**[0286]** Das derartig hergestellte Glassubstrat hatte eine Dicke von etwa 0,25 Zoll (etwa 6,35 mm), und (Substratoberfläche)/(Substratdicke) war etwa  $2,73 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ .

##### 5. Profilregulierungsschritt (S103)

**[0287]** Als nächstes wurden die im Computer gespeicherten Ebenheitsmeßdaten mit einer gewünschten Ebenheit von 0,25 µm verglichen. Eine Differenz der Ebenheit wurde vom Computer berechnet. Unter Berücksichtigung der Drehrichtungen und der Drehzahlen des Substrats und der Richtplatte wurden die Bearbeitungsbedingungen bestimmt. Der Profilmodifikationsschritt wurde mit dem Substratprofilregulierungsteil 6 der Polier Vorrichtung in **Fig. 6** durchgeführt. Die Anzahl der Andrückteile 23 war 36 (6 × 6), die in gleichen Abständen in bezug auf die Hauptoberfläche des Substrats angeordnet waren.

**[0288]** Die spezifischen Polierbedingungen sind in **Fig. 19** und im folgenden dargestellt. Da das Substrat vor der Regulierung des Profils konkav war, war der Druck in den Eckabschnitten und im Randabschnitt des Substrats höher.

Druck des Halterings: 7,5 g/cm<sup>2</sup>

Polierlösung: kolloidales Siliciumdioxid (durchschnittliche Partikelgröße: 80 nm) + Wasser

Polierscheibe: ultraweiche Polierscheibe (Velourleder)

Polierzeit: 20 min

Drehzahl des Substrats: 6 U/min

Drehzahl der Richtplatte: 12 U/min

**[0289]** Nach Beendigung des Profilregulierungsschritts wurden die Glassubstrate in einen Reinigungstank getaucht (mit Ultraschallwellen versorgt), um gereinigt zu werden, um Schleifkörner zu beseitigen, die an den Glassubstraten haften.

**[0290]** Bei den derartig hergestellten Glassubstraten wurde die Ebenheit mit dem gleichen Meßgerät gemessen, wie oben erwähnt. Im Ergebnis war die Ebenheit 0,23 µm (konkav).

**[0291]** Die Oberflächenrauigkeit wurde auch gemessen. Im Ergebnis war die Oberflächenrauigkeit Ra nach dem Profilregulierungsschritt 0,18 nm.

**[0292]** Bei der anderen Hauptoberfläche, die noch keiner Regulierung des Profils unterzogen worden war, und bei den verbleibenden 11 Glassubstraten wurde der oben erwähnte Regulierungsschritt durchgeführt, um die Glassubstrate her-

zustellen.

[0293] Im Ergebnis hatten alle 12 Glassubstrate eine absoluten Ebenheitswert innerhalb eines Bereichs, der nicht größer als 0,25 µm. Somit wurden Glassubstrate mit einer höheren Ebenheit hergestellt.

[0294] Bei allen 12 Glassubstraten wurde der Parallelismus mit einem Parallelismusmeßgerät (ZYGO-Interferometer) gemessen. Im Ergebnis war der Parallelismus 0,8 µm oder kleiner.

#### 6. Oberflächendefektbeseitigungsschritt (S104)

[0295] Um einen Fehler, der auf der Oberfläche des Substrats vorhanden ist, und eine Kontaktmarkierung des Kontakts mit den Andrückteilen auf einer Fläche zu beseitigen, wo das Substrat in Kontakt mit den Andrückteilen im Profilregulierungsschritt (S103) gebracht wird, wurde als nächstes eine doppelseitige Polierung durch das Substratoberflächendefektbeseitigungsteil 9' der Poliervorrichtung in Fig. 1 durchgeführt. Die spezifischen Polierbedingungen sind folgende.

Polierlösung: kolloidales Siliciumdioxid (durchschnittliche Partikelgröße 80 nm) + Wasser

Polierscheibe: ultraweiche Polierscheibe (Velourleder)

Bearbeitungslast: 30 g/cm<sup>2</sup>

Polierzeit: 10 min

Drehzahl des Substrats: 5 U/min

[0296] Nach Beendigung des Oberflächendefektbeseitigungsschritts wurden die Glassubstrate in einen Reinigungstank getaucht (mit Ultraschallwellen versorgt), um gereinigt zu werden, um Schleifkörner zu beseitigen, die an den Glassubstraten haften.

[0297] Die Oberfläche des Glassubstrats wurde visuell inspiziert. Im Ergebnis wurden kein Fehler und keine Kontaktmarkierung des Kontakts mit den Andrückteilen im Profilregulierungsschritt beobachtet. Es wurde also eine Hauptoberfläche ohne Oberflächendefekt hergestellt.

#### Vergleichsbeispiel 1

[0298] Es wurden Glassubstrate so hergestellt wie in Beispiel 1, außer daß 4) der Ebenheitsmeßschritt, 5) der Profilregulierungsschritt und 6) der Oberflächendefektbeseitigungsschritt nicht ausgeführt wurden. Bei allen 12 Glassubstraten wurde nach Beendigung des 3) ultrafeinen Präzisionspolierschritts die Ebenheit gemessen. Im Ergebnis war die Ebenheit 0,5 µm bis 1,5 µm (konvex) und der Parallelismus war 1,2 µm bis 3,4 µm.

#### Beispiel 2

[0299] Glassubstrate wurden genauso hergestellt wie in Beispiel 1, außer daß die, Glassubstrate eine Größe von 5 × 5 Zoll (127 × 127 mm) hatten, und die Dicke der Glassubstrate nach Beendigung des ultrafeinen Präzisionspolierschritts war etwa 0,09 Zoll (etwa 2,23 mm) ((Substratoberfläche)/(Substratdicke): etwa 1,42 × 10<sup>-4</sup> mm<sup>-1</sup>). Im Ergebnis hatten alle 12 Glassubstrate eine Ebenheit in einem Bereich, der nicht größer ist als 0,25 µm im absoluten Wert. Die Glassubstrate wurden also mit einer hohen Ebenheit hergestellt. Die Oberfläche des Glassubstrats wurde visuell inspiziert. Im Ergebnis wurden kein Fehler und keine Kontaktmarkierung des Kontakts mit den Andrückteilen im Profilregulierungsschritt beobachtet. Es wurde also eine Hauptoberfläche ohne Oberflächendefekt hergestellt.

#### Bewertung nach der Herstellung eines Fotomaskenrohlings und einer Fotomaske

[0300] Auf einer Hauptoberfläche des Glassubstrats, die in jedem der Beispiele 1 und 2 und im Vergleichsbeispiel hergestellt wurde, wurde ein Chromoxidnitridfilm durch Kathodenzerstäubung bis auf eine Gesamtdicke von 900 Angström beschichtet, um einen Fotomaskenrohling herzustellen. Ebenso wurde auf einer Hauptoberfläche des Glassubstrats ein mit Stickstoff behandelter Molybdänsilicidfilm durch Kathodenzerstäubung bis zu einer Dicke von 800 Angström aufgebracht, um einen Phasenschiebermaskenrohling herzustellen.

[0301] Ferner wurde ein Resistfilm auf dem oben erwähnten Film durch Schleuderbeschichtung ausgebildet. Mit Hilfe einer Maske mit einer gewünschten Struktur wurden Belichtung und Entwicklung durchgeführt. Es wurden also eine Fotomaske und eine Phasenschiebermaske hergestellt, die jeweils eine gewünschte Struktur haben.

[0302] Die Strukturpositionsgenauigkeit der Fotomaske und der Phasenschiebermaske wurde mit den Referenzstrukturdaten verglichen. Im Ergebnis hatten die Fotomaske und die Phasenschiebermaske, die unter Verwendung des Glassubstrats in jedem der Beispiele 1 und 2 hergestellt wurden, eine hervorragende Strukturpositionsgenauigkeit. Dagegen hatten die Fotomaske und die Phasenschiebermaske, die unter Verwendung des Glassubstrats im Vergleichsbeispiel hergestellt wurden, eine Strukturpositionsgenauigkeit, die im Vergleich zu den Referenzstrukturdaten schwankte und ein ungünstiges Ergebnis aufwies.

[0303] Nachstehend wird ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements substrats nach (17) bis (24) beschrieben.

[0304] Das erfindungsgemäße Verfahren hat im allgemeinen die folgenden Schritte, wie in Fig. 15 gezeigt:

(S201) einen Grobpolierschritt zum Polieren, nach einem doppelseitigen Polierverfahren unter Verwendung eines relativ großen Schleifkorns, beider Hauptoberflächen eines elektronischen Bauelements substrats nach Abschrägung einer Seitenfläche des Substrats und nach Läppung beider Hauptoberflächen des Substrats mittels einer Läppplatte oder dgl.;

(S202) einen Präzisionspolierschritt zum Präzisionspolieren beider Hauptoberflächen des Substrats nach einem doppelseitigen Polierverfahren unter Verwendung eines relativ kleinen Schleifkorns;

(S203) einen Ebenheitsmeßschritt zum Messen der Ebenheit einer der Hauptoberflächen des Substrats, die in dem Präzisionspolierschritt hergestellt sind;

(S204) einen Profilmodifikationsschritt zur Modifikation der Ebenheit des Substrats durch lokale Modifikation, mit Bezug auf die gemessenen Daten, des Profils der gemessenen Oberfläche für eine Fläche, wo das Profil relativ konvex ist in bezug auf irgendeine Referenzebene, so daß die Ebenheit des Substrats mit einem gewünschten Wert übereinstimmt; und

(S205) einen Fertigreinigungsschritt zum Beseitigen der Schleifkörner oder eines Partikels, die auf dem Substrat haften.

[0305] Wenn der Profilmodifikationsschritt (S204) auf beiden Hauptoberflächen des Substrats durchgeführt wird oder wenn die Ebenheit erneut modifiziert wird, werden der Ebenheitsmeßschritt (S203), der Profilmodifikationsschritt (S204) und der Fertigreinigungsschritt (S205) erneut durchgeführt.

[0306] Um zu verhindern, daß die Schleifkörner, die im vorherigen Schritt verwendet werden, in einen nächsten Schritt eingebracht werden, kann ein normaler Reinigungs-

schritt zur Reinigung der Schleifkörner, die an dem Substrat haften, zwischen dem Grobpolierschritt und dem Präzisionspolierschritt und zwischen dem Präzisionspolierschritt und dem Profilmodifikationsschritt eingefügt werden.

**[0307]** Ein Stirnflächenpolierschritt zum Polieren von Stirnflächen des Substrats kann zu jeder Zeit vor dem Fertigreinigungsschritt durchgeführt werden.

**[0308]** Als doppelseitige Polierung werden der Grobpolierschritt und der Präzisionspolierschritt normalerweise unter Verwendung der doppelseitigen Poliervorrichtung durchgeführt, die in **Fig. 16** dargestellt ist.

**[0309]** Das Substrat **27'** mit einer eckigen Form wird in ein Halteloch des Trägers **31'** eingelegt und in diesem gehalten. Die Außenzahnrad des Trägers **31'** ist in Eingriff mit dem Sonnenrad **64'** und dem Innenzahnrad **63'** der doppelseitigen Poliervorrichtung. Der Träger **31'** dreht sich und läuft um, und die Schleifkörner werden zugeführt. Die Polierscheiben **2'**, die auf der oberen und unteren Richtplatte befestigt sind, die sich gegeneinander drehen, führen eine relative Reibbewegung in bezug auf das Substrat durch, so daß beide Hauptoberflächen des Substrats **27'** doppelseitig poliert werden.

**[0310]** Der Grobpolierschritt ist dazu bestimmt, einen Fehler zu beseitigen, der auf der Hauptoberfläche des Substrats während des Läppschritts entsteht, und die Ebenheit zu erhalten, die im Läppschritt erreicht wird. Beim Grobpolieren wird das Polieren unter Verwendung eines relativ großen Schleifkorns mit einer durchschnittlichen Partikelgröße von etwa 1 bis 3 µm durchgeführt. Das Material der Schleifkörner wird in Abhängigkeit vom Material des Substrats entsprechend gewählt.

**[0311]** Die Polierscheibe, die im Grobpolierschritt verwendet wird, ist vorzugsweise eine harte Polierscheibe, um die Ebenheit beizubehalten.

**[0312]** Der Präzisionspolierschritt ist dazu bestimmt, das Substrat ohne einen Oberflächendefekt, z. B. einen Fehler, zu einer Spiegelfläche zu verarbeiten. Im Präzisionspolierschritt wird das Polieren unter Verwendung eines relativ kleinen Schleifkorns mit einer durchschnittlichen Partikelgröße von etwa 1 µm oder kleiner (z. B. 10 nm bis 1 µm) durchgeführt. Das Material der Schleifkörner wird in Abhängigkeit vom Material des Substrats entsprechend gewählt, wie bereits oben beschrieben. Vorzugsweise wird kolloidales Siliciumdioxid verwendet, da die durchschnittliche Partikelgröße klein ist und eine glatte Substratoberfläche herstellt.

**[0313]** Als die Polierscheibe, die im Präzisionspolierschritt verwendet wird, wird vorzugsweise eine weiche oder ultraweiche Polierscheibe verwendet, um eine Spiegelfläche herzustellen.

**[0314]** Die Ebenheitsdaten, die im Ebenheitsmeßschritt ermittelt werden, werden in einem Speichermedium, z. B. einem Computer, gespeichert. Die gespeicherten gemessenen Daten werden mit den gewünschten Ebenheitsdaten verglichen, die vorher gespeichert werden, um eine Differenz der Ebenheit zu berechnen. Damit die Ebenheit des Substrats durch die Beseitigung der Differenz einen gewünschten Wert bekommt, wurde die Bearbeitungsbedingungen für die gemessene Oberfläche entsprechend einer Fläche bestimmt, wo das Profil relativ konvex ist in bezug auf irgendeine Referenzebene. Entsprechend den Bearbeitungsbedingungen wird das Profil lokal modifiziert.

**[0315]** Als der gewünschte Wert liegt die Ebenheit vorzugsweise in einem Bereich, der größer ist als 0 µm und nicht größer als 1 µm ( $0,0 < \text{Ebenheit} \leq 1 \mu\text{m}$ ), besonders bevorzugt in einen Bereich, der größer ist als 0 µm und nicht größer als 0,5 µm ( $0,0 < \text{Ebenheit} \leq 0,5 \mu\text{m}$ ), weiter vorzugsweise in einen Bereich, der größer ist als 0 µm und nicht

größer als 0,25 µm ( $0,0 < \text{Ebenheit} \leq 0,25 \mu\text{m}$ ). Wenn der absolute Wert der Ebenheit des Substrats kleiner wird, ist die Strukturpositionsgenauigkeit, wenn die Fotomaske hergestellt ist, besser, und die Strukturübertragungsgenauigkeit ist besser, wenn die Struktur unter Verwendung der Fotomaske übertragen ist. Der gewünschte Wert kann nach Bedarf in Abhängigkeit von der Strukturpositionsgenauigkeit und der Strukturübertragungsgenauigkeit bestimmt werden. Mit der Durchführung des erfindungsgemäßen Profilmodifikationsschritts kann der gewünschte Wert, nämlich nahezu jeder Wert erreicht werden.

**[0316]** Der Parallelismus liegt vorzugsweise in einen Bereich, der größer ist als 0 µm und nicht größer als 2 µm, besonders bevorzugt in einen Bereich, der größer ist als 0 µm und nicht größer als 1 µm, und weiter bevorzugt in einen Bereich, der größer ist als 0 µm und nicht größer als 0,5 µm.

**[0317]** Im Fertigreinigungsschritt kann das chemische (saure oder alkalische) Reinigen, Reinigen mit einem Reinigungsmittel, reinem Wasser oder ultrareinem Wasser, Naßreinigen mit funktionellem Wasser, z. B. Wasserstoffwasser, und Trockenreinigen, z. B. durch UV-(ultraviolett-)Strahlung oder Ozonbehandlung, durchgeführt werden. In Abhängigkeit von einem zu behandelnden Objekt werden eine oder mehrere der oben erwähnten Techniken gewählt.

### Beispiel 3

#### 1. Grobpolierschritt (S201)

**[0318]** Es wurden synthetische Quarzglassubstrate (6 × 6 Zoll) hergestellt, nachdem sie einer Abschrägung an ihren Stirnflächen und einer Läppung mit der doppelseitigen Läppvorrichtung unterzogen worden sind. Die Glassubstrate, 12 an der Zahl, wurden in die oben erwähnte doppelseitige Poliervorrichtung eingelegt und einem Grobpolierschritt unter den folgenden Polierbedingungen unterzogen. Bearbeitungslast und Polierzeit wurden entsprechend reguliert.

Polierlösung: Cerdioxid (durchschnittliche Partikelgröße: 2 bis 3 µm) + Wasser

Polierscheibe: harte Polierscheibe (Urethan)

**[0319]** Nach Beendigung des Grobpolierschritts wurden die Glassubstrate in einen Reinigungstank getaucht (mit Ultraschallwellen versorgt), um gereinigt zu werden, um Schleifkörner zu beseitigen, die an den Glassubstraten haften.

#### 2. Präzisionsschleifschritt (S202)

**[0320]** Die Glassubstrate, 12 an der Zahl, wurden in die oben erwähnte doppelseitige Poliervorrichtung eingelegt und einem Präzisionspolierschritt unter den folgenden Polierbedingungen unterzogen. Bearbeitungslast und Polierzeit wurden entsprechend reguliert.

Polierlösung: Cerdioxid (durchschnittliche Partikelgröße: 1 µm) + Wasser

Polierscheibe: weiche Polierscheibe (Velourleder)

**[0321]** Nach Beendigung des Präzisionspolierschritts wurden die Glassubstrate in einen Reinigungstank getaucht (mit Ultraschallwellen versorgt), um gereinigt zu werden, um Schleifkörner zu beseitigen, die an den Glassubstraten haften.

#### 3. Ebenheitsmeßschritt (S203)

**[0322]** Aus den derartig hergestellten 12 Glassubstraten wurde eines der Glassubstrate ausgewählt. Bei dem einen der Glassubstrate wurde die Ebenheit einer Hauptoberfläche

mit einem Ebenheitsmeßgerät (FM200, hergestellt von Tropel) gemessen. Im Ergebnis war das Substratprofil konvex, und die Ebenheit war 0,97 µm.

[0323] Die Oberflächenrauigkeit der Glassubstrate wurde mit einem AF-Mikroskop gemessen. Im Ergebnis war die durchschnittliche Oberflächenrauigkeit Ra 0,25 nm.

[0324] Bei allen 12 Substraten und bei beiden gegenüberliegenden Hauptoberflächen wurde die Messung der Ebenheit auf die gleiche Weise durchgeführt.

[0325] Die Meßdaten wurden in einem Computer gespeichert.

#### 4. Profilmodifikationsschritt (S204)

[0326] Als nächstes wurden die gemessenen, im Computer gespeicherten Ebenheitsdaten mit einer gewünschten Ebenheit von 0,56 µm (konkav) verglichen. Eine Ebenheitsdifferenz wurde mit dem Computer berechnet, und die Bearbeitungsbedingungen wurden bestimmt. Der Profilmodifikationsschritt wurde in diesem Beispiel nach dem einseitigen Einzelscheibenpoliervorgehen in Fig. 14 durchgeführt. Die Anzahl der Andrückteile 23 in Fig. 14 entsprach 36 (6 × 6), die in gleichen Abständen in bezug auf das Substrat mit einer Größe von 6 × 6 Zoll angeordnet waren. Das Andrückteil ist mit einem Zylinder verbunden, der einen Druck weitergeben kann. Ferner wird ein elektromagnetisches Ventil unabhängig verwendet. Der Druck kann also durch einen elektronischen Regler eingestellt werden.

[0327] Die spezifischen Polierbedingungen sind in Fig. 18 und im folgenden dargestellt. Da das Substrat vor der Modifikation des Profils konvex war, war der Druck im Mittelabschnitt des Substrats höher.

Druck des Halterings: 7,5 g/cm<sup>2</sup>

Polierlösung: kolloidales Siliciumdioxid (durchschnittliche Partikelgröße: 100 nm) + Wasser

Polierscheibe: ultraweiche Polierscheibe (Velourleder) Polierzeit: 60 min

#### 5. Fertigreinigungsschritt (S205)

[0328] Nach Beendigung des Profilmodifikationsschritts wurden die Glassubstrate in einen Reinigungstank getaucht (mit Ultraschallwellen versorgt), um gereinigt zu werden, um Schleifkörner zu beseitigen, die an den Glassubstraten haften.

[0329] Bei den derartig hergestellten Glassubstraten wurde die Ebenheit unter Verwendung eines Meßgeräts gemessen, wie oben beschrieben. Im Ergebnis war die Ebenheit 0,49 µm (konkav).

[0330] Die Oberflächenrauigkeit wurde auch gemessen. Im Ergebnis war die Oberflächenrauigkeit Ra nach dem Präzisionspolierschritt gleich 0,23 nm.

[0331] Bei der anderen Hauptoberfläche, die noch nicht der Modifikation des Profils unterzogen worden war, und bei den verbleibenden 11 Glassubstraten wurden (4) ein Profilmodifikationsschritt und (5) ein Fertigreinigungsschritt durchgeführt, um die Glassubstrate herzustellen. Im Ergebnis lag der absolute Wert der 12 Glassubstrate in einem Bereich, der nicht größer war als 0,5 µm. Es wurden also Glassubstrate mit einer höheren Ebenheit hergestellt.

[0332] Bei allen 12 Glassubstraten wurde der Parallelismus mit einem Parallelismusmeßgerät (ZYGO-Interferometer) gemessen. Im Ergebnis war der Parallelismus 0,8 µm oder kleiner.

#### Beispiel 4

[0333] Nach dem 2. Präzisionspolierschritt im Beispiel 3 wurde ein ultrafeiner Präzisionspolierschritt unter den folgenden Bedingungen durchgeführt. Bearbeitungslast und Polierzeit wurden entsprechend reguliert.

Polierlösung: kolloidales Siliciumdioxid (durchschnittliche Partikelgröße: 100 nm) + Wasser

Polierscheibe: ultraweiche Polierscheibe (Velourleder)

10 Nach Beendigung des ultrafeinen Präzisionspolierschritts wurden die Glassubstrate in einen Reinigungstank getaucht (mit Ultraschallwellen versorgt), um gereinigt zu werden, um Schleifkörner zu beseitigen, die an den Glassubstraten haften.

15 [0334] Aus den derartig hergestellten 12 Glassubstraten wurde eines der Glassubstrate ausgewählt. Bei dem einen Glassubstrat wurde die Ebenheit einer Hauptoberfläche mit dem Ebenheitsmeßgerät (FM200, hergestellt von Tropel) gemessen. Im Ergebnis war das Substratprofil konkav, und die Ebenheit war 0,68 µm (konkav).

20 [0335] Die Oberflächenrauigkeit der Glassubstrate wurde mit einem AF-Mikroskop gemessen. Im Ergebnis war die durchschnittliche Oberflächenrauigkeit Ra 0,18 nm.

25 [0336] Bei allen 12 Substraten und bei beiden gegenüberliegenden Hauptoberflächen wurde die Messung der Ebenheit auf die gleiche Weise durchgeführt. Die Meßdaten wurden in einem Computer gespeichert.

[0337] Als nächstes wurden die gemessenen, im Computer gespeicherten Ebenheitsdaten mit einer gewünschten Ebenheit von 0,25 µm (konkav) verglichen. Es wurde eine Ebenheitsdifferenz vom Computer berechnet, und die Bearbeitungsbedingungen wurden bestimmt. Auf die gleiche Weise, wie oben beschrieben, wurde der Profilmodifikationsschritt nach dem einseitigen Einzelscheibenpoliervorgehen in Fig. 14 durchgeführt.

[0338] Der spezifischen Polierbedingungen sind in Fig. 19 und im folgenden dargestellt. Da das Substrat vor der Modifikation des Profils konkav war, war der Druck in den Eckabschnitten und im Randabschnitt des Substrats höher.

40 Druck des Halterings: 7,5 g/cm<sup>2</sup>

Polierlösung: kolloidales Siliciumdioxid (durchschnittliche Partikelgröße: 100 nm) + Wasser

Polierscheibe: ultraweiche Polierscheibe (Velourleder) Polierzeit: 20 min

45 [0339] Nach Beendigung des Profilmodifikationsschritts wurden die Glassubstrate in einen Reinigungstank getaucht (mit Ultraschallwellen versorgt), um gereinigt zu werden, um Schleifkörner zu beseitigen, die an den Glassubstraten haften.

[0340] Bei den derartig hergestellten Glassubstraten wurde die Ebenheit unter Verwendung eines Meßgeräts gemessen, das dem oben erwähnten gleicht. Im Ergebnis war die Ebenheit 0,23 µm (konkav).

50 [0341] Die Oberflächenrauigkeit wurde auch gemessen. Im Ergebnis war die Oberflächenrauigkeit Ra nach dem Präzisionspolierschritt gleich 0,18 nm.

[0342] Bei der anderen Hauptoberfläche, die noch nicht der Modifikation des Profils unterzogen worden war, und bei den verbleibenden 11 Glassubstraten wurden der Profilmodifikationsschritt und der Fertigreinigungsschritt durchgeführt, um die Glassubstrate herzustellen. Im Ergebnis lag der absolute Wert der Ebenheit bei allen 12 Glassubstraten in einem Bereich, der nicht größer war als 0,25 µm. Es wurden also Glassubstrate mit einer höheren Ebenheit hergestellt.

65 [0343] Bei allen 12 Glassubstraten wurde der Parallelismus mit einem Parallelismusmeßgerät (ZYGO-Interferometer) gemessen. Im Ergebnis war der Parallelismus 0,8 µm



oder kleiner.

#### Vergleichsbeispiel 2

[0344] Es wurden Glassubstrate nach Beendigung des Präzisionspolierschritts nach dem doppelseitigen Poliervorgang hergestellt, ohne 3. den Ebenheitsmeßschritt, 4. den Profilmodifikationsschritt und 5. den Fertigreinigungsschritt im Beispiel 3 durchzuführen. Bei allen 12 Glassubstraten wurde die Ebenheit gemessen. Im Ergebnis war die Ebenheit 0,1 µm (konkav) bis 1,5 µm (konvex). Das Profil war also unterschiedlich, und die Schwankungen der Ebenheit waren groß.

#### Beispiel 5

[0345] Es wurden Glassubstrate auf die gleiche Weise wie in Beispiel 3 hergestellt, außer daß der Polierlösung, die in dem 4. Profilmodifikationsschritt verwendet wird, Natriumhydroxid (NaOH) zugesetzt wurde, so daß die Polierlösung einen pH-Wert von 11,2 hatte.

[0346] Durch Zusatz von Natriumhydroxid zur Polierlösung, die im Profilmodifikationsschritt verwendet wird, um einen Ätzworgang durchzuführen, kann die Polierzeit um 10 bis 20% verkürzt werden. Im Ergebnis wurde die Produktivität verbessert.

[0347] Die derartig hergestellten Glassubstrate hatten den gleichen Wert der Oberflächenrauigkeit, der Ebenheit und des Parallelismus.

#### Bewertung nach Herstellung eines Fotomaskenrohlings und einer Fotomaske

[0348] Auf einer Hauptoberfläche des Glassubstrats in jedem der Beispiele 3 bis 5 und dem Vergleichsbeispiel 2 wurden ein Chromnitridfilm, ein Chromcarbidfilm, ein Chromoxidnitrid(Oxynitrid-)Film durch Kathodenzerstäubung bis zu einer Gesamtdicke von 900 Angström aufgebracht, um einen Fotomaskenrohling herzustellen. Ebenso wurde auf einer Hauptoberfläche des Glassubstrats ein mit Stickstoff behandelter Molybdänsilicidfilm durch Kathodenzerstäubung bis zu einer Dicke von 800 Angström aufgebracht, um einen Phasenschiebermaskenrohling herzustellen.

[0349] Ferner wurde ein Resistfilm auf dem oben erwähnten Film durch Schleuderbeschichtung ausgebildet. Mit Hilfe einer Maske mit einer gewünschten Struktur wurden Belichtung und Entwicklung durchgeführt. Es wurden also eine Fotomaske und eine Phasenschiebermaske hergestellt, die beide eine gewünschte Struktur haben.

[0350] Die Strukturpositionsgenauigkeit sowohl der Fotomaske als auch der Phasenschiebermaske wurde mit den Referenzstrukturdaten verglichen. Im Ergebnis hatten die Fotomaske und die Phasenschiebermaske, die unter Verwendung des Glassubstrats in jedem der Beispiele 2 und 3 hergestellt wurden, eine hervorragende Strukturpositionsgenauigkeit. Die Fotomaske und die Phasenschiebermaske, die unter Verwendung des Glassubstrats im Vergleichsbeispiel hergestellt wurden, hatten jedoch eine instabile Strukturpositionsgenauigkeit in bezug auf die Referenzstrukturdaten und wiesen ein ungünstiges Ergebnis auf.

#### Referenzbeispiel

[0351] Es wurden elektronische Bauelementsubstrate auf die gleiche Weise wie im Beispiel 3 hergestellt, außer daß 1. der Grobpolierschritt nicht durchgeführt wurde.

[0352] Bei dem Glassubstrat vor 4. dem Profilmodifikationsschritt wurden die Oberflächenrauigkeit Ra und die

Ebenheit gemessen. Im Ergebnis war die durchschnittliche Oberflächenrauigkeit Ra gleich 0,27 nm, was im wesentlichen der im Beispiel 3 entsprach. Das Substratprofil war jedoch konvex, und die Ebenheit überschritt 2 µm.

[0353] Um die Ebenheit, die im wesentlichen der im Beispiel 3 äquivalent ist, mit 4. dem Profilmodifikationsschritt zu erreichen, wurde im Ergebnis die Polierzeit im Profilmodifikationsschritt auf etwa das Zweifache erhöht. Die Produktivität verringerte sich also erheblich.

[0354] Es ist somit verständlich, daß, wenn der doppelseitige Polierschritt in mehreren Stufen durchgeführt wird, einschließlich des Grobpolierschritts unter Verwendung eines relativ großen Schleifkorns und mit dem Ziel, die Ebenheit zu erhalten, die im Läppschritt erreicht wird, und einen Fehler zu beseitigen, der auf dem Substrat während des Läppschritts entsteht, und des Profilmodifikationsschritts unter Verwendung eines relativ kleinen Schleifkorns und mit dem Ziel, das Substrat zu einer Spiegelfläche zu verarbeiten, können die elektronischen Bauelementsubstrate mit einer hohen Glätte und einer hohen Ebenheit mit hoher Produktivität hergestellt werden.

[0355] Erfindungsgemäß ist es erstens möglich, ein elektronisches Bauelementsubstrat mit hoher Ebenheit, nämlich mit einer Ebenheit, die nicht größer ist als 0,25 µm entsprechend einer Entwurfsregel der integrierten Halbleiterschaltung der nächsten Generation, einen Maskenrohling und eine Transfermaske herzustellen.

[0356] Zweitens ist es möglich, eine neuartige Poliervorrichtung und ein neuartiges Poliervorgang zur zuverlässigen Herstellung eines sehr ebenen elektronischen Bauelementsubstrats mit einer Ebenheit bereitzustellen, die nicht größer ist als 0,25 µm.

[0357] Drittens ist es möglich, folgendes bereitzustellen: ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementsubstrats, mit dem bei hoher Ausbeute ein sehr ebenes elektronisches Bauelementsubstrat mit einer Ebenheit nicht größer als 0,25 µm entsprechend einer Entwurfsregel der integrierten Halbleiterschaltung der nächsten Generation zuverlässig hergestellt werden kann, und Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohlings und einer Transfermaske, das in der Lage ist, die Strukturpositionsgenauigkeit zu verbessern, wenn die Transfermaske unter Verwendung des elektronischen Bauelementsubstrats hergestellt ist, und eine Strukturübertragungsgenauigkeit während der Belichtung der Struktur zu verbessern. Die Erfindung hat daher eine beachtliche Wirkung, die sich industriell auswirkt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung einer Ebenheit eines elektronischen Bauelementsubstrats, bei dem die Ebenheit des Substrats bestimmt wird, um eine gewünschte Ebenheit eines Maskenrohlings zu erreichen, einschließlich des Substrats und eines Dünnsfilms, der auf dessen Hauptoberfläche ausgebildet ist, um eine optische Änderung des Belichtungslichts zu bewirken, wobei das Verfahren die Schritte aufweist: Vorhersagen und Schätzen der Veränderung der Ebenheit [des Substrats], die aus einer Filmspannung des Dünnsfilms resultiert, der auf dem Substrat auszubilden ist, und Bestimmen der Ebenheit des Substrats, um die Veränderung zu kompensieren.

2. Verfahren zur Bestimmung einer Ebenheit eines elektronischen Bauelementsubstrats, bei dem die Ebenheit des Substrats bestimmt wird, um eine gewünschte Ebenheit einer Transfermaske zu erreichen, einschließlich des Substrats und einer Dünnsfilmstruktur, die durch Strukturierung eines Dünnsfilms erreicht wird,



der auf einer Hauptoberfläche des Substrats ausgebildet ist, um eine optische Änderung des Belichtungslichts zu bewirken, wobei das Verfahren die Schritte aufweist: Vorhersagen und Schätzen der Veränderung der Ebenheit [des Substrats], die aus einer Filmspannung des Dünnfilms resultiert, der auf dem Substrat auszubilden ist, und der Veränderung der Ebenheit, die aus mindestens einem resultiert, nämlich dem Füllfaktor, der Position und/oder der Form der Dünnfilmstruktur.

3. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementssubstrats, wobei das Verfahren die Schritte aufweist: Messen der Ebenheit des Substrats und Regulieren der Ebenheit des Substrats durch lokales Ätzen und/oder lokale Druckpolierung einer Fläche, wo das Profil einer Hauptoberfläche des Substrats relativ konvex ist in bezug auf irgendeine Referenzebene, die auf der Hauptoberfläche des Substrats bestimmt ist, so daß das Substrat eine gewünschte Ebenheit hat, die nach dem Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Ebenheit des Substrats reguliert wird unter Verwendung einer Polier-  
vorrichtung mit einer drehbar gelagert Richtplatte, einer Polierscheibe, die auf dem Richtplatte ausgebildet ist, einer Schleifmittelzuführeinrichtung zum Zuführen eines Schleifmittels zu einer Oberfläche der Polierscheibe, einer Substrathalteeinrichtung zum Halten eines Substrats auf der Polierscheibe und einer Substratandrückeinrichtung zum Andrücken des Substrats, das von der Substrathalteeinrichtung auf der Polierscheibe gehalten wird, um dadurch eine Substratoberfläche zu polieren, wobei die Andrückeinrichtung mehrere Andrückteile hat, die geeignet sind, mehrere geteilte Flächenbereiche der Substratoberfläche einzeln und nach Bedarf anzudrücken, wobei jedes Andrückteil eine Drucksteuereinrichtung hat, die in der Lage ist, einen Druck, der auf jeden entsprechenden der geteilten Bereiche ausgeübt wird, einzeln zu steuern, wobei die Drucksteuereinrichtung die Andrückteile so steuert, daß auf eine relativ konvexe Fläche, wo das Profil einer Hauptoberfläche des Substrats relativ konvex ist in bezug auf irgendeine Referenzebene, die auf der Substratoberfläche bestimmt ist, ein größerer Druck ausgeübt wird als auf eine verbleibende Fläche, und daß ein Teil einer rückseitigen Oberfläche des Substrats gegenüber der konvexen Fläche vom Andrückteil mit dem größeren Druck angedrückt wird, während die Hauptoberfläche des Substrats poliert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4 mit den Schritten: vorhergehendes Speichern mehrerer Lasttypen entsprechend mehreren Druckverteilungen in einer Speichereinrichtung, Wählen eines optimalen der Lasttypen als gewählten Lasttyp, von dem erwartet wird, daß er eine gewünschte Ebenheit bewirkt, und Polieren des Substrats mit der Druckverteilung entsprechend dem gewählten Lasttyp, um dadurch die Ebenheit des Substrats zu regulieren.

6. Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohlings durch Ausbildung eines Dünnfilms auf einer Hauptoberfläche eines elektronischen Bauelementssubstrats, der dazu dient, eine optische Änderung des Belichtungslichts zu bewirken, wobei das Substrat eine gewünschte Ebenheit aufweist, die nach einem Verfahren nach Anspruch 1 in Abhängigkeit von dem Dünnfilm bestimmt wird, der auf dem Substrat ausgebildet wird.

7. Verfahren zur Herstellung einer Transfermaske durch Ausbildung einer Dünnfilmstruktur auf einer Hauptoberfläche eines elektronischen Bauelementssubstrats, wobei das Substrat eine gewünschte Ebenheit

aufweist, die nach einem Verfahren nach Anspruch 2 in Abhängigkeit von dem auf dem Substrat ausgebildeten Dünnfilm und mit Bezug auf mindestens eines, nämlich den Füllfaktor, die Position und/oder die Form der Dünnfilmstruktur bestimmt wird, die auf der Hauptoberfläche des Substrats ausgebildet wird.

8. Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohlings durch Ausbildung eines Dünnfilms, der aus Chrom als Hauptkomponente besteht, auf einer Hauptoberfläche eines elektronischen Bauelementssubstrats durch Kathodenzerstäubung, wobei das Substrat eine konvexe Form als Oberflächenprofil der Hauptoberfläche hat, auf der der Dünnfilm ausgebildet wird.

9. Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohlings durch Ausbildung eines Dünnfilms mit Silizium als Hauptbestandteil und Sauerstoff und/oder Stickstoff auf einer Hauptoberfläche des elektronischen Bauelementssubstrats durch Kathodenzerstäubung, wobei das Substrat eine konkave Form als Oberflächenprofil der Hauptoberfläche aufweist, auf der der Dünnfilm ausgebildet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei das Substrat eine gewünschte Ebenheit aufweist, die nach dem Verfahren nach Anspruch 1 bestimmt wird.

11. Verfahren zur Herstellung einer Transfermaske durch Ausbildung einer Dünnfilmstruktur auf einer Hauptoberfläche eines elektronischen Bauelementssubstrats, wobei die Transfermaske unter Verwendung eines Maskenrohlings hergestellt wird, der nach dem Verfahren nach Anspruch 8 oder 9 hergestellt wird, wobei das Substrat eine gewünschte Ebenheit aufweist, die nach dem Verfahren nach Anspruch 2 in Abhängigkeit von dem Dünnfilm, der auf dem Substrat ausgebildet ist, und mit Bezug auf mindestens eines, nämlich den Füllfaktor, die Position und/oder die Form der Dünnfilmstruktur bestimmt wird, die auf der Hauptoberfläche des Substrats ausgebildet wird.

12. Elektronisches Bauelementssubstrat, bei dem eine Hauptoberfläche des Substrats eine Ebenheit hat, die größer als 0 µm und nicht größer als 0,25 µm ist ( $0,0 < \text{Ebenheit} \leq 0,25 \mu\text{m}$ ).

13. Elektronisches Bauelementssubstrat nach Anspruch 12, wobei das Substrat einen Parallelismus hat, der größer als 0 µm und nicht größer als 1 µm ist.

14. Elektronisches Bauelementssubstrat nach Anspruch 12 oder 13, wobei das Substrat ein Glassubstrat umfaßt.

15. Maskenrohling mit einem elektronischen Bauelementssubstrat nach einem der Ansprüche 12 bis 14, und einem Transferstrukturdünnfilm, der auf der Hauptoberfläche des Substrats ausgebildet ist, um zu einer Transferstruktur für ein Objekt strukturiert zu werden.

16. Transfermaske mit einer Transferstruktur, die durch Strukturierung eines Transferstrukturdünnfilms in einem Maskenrohling nach Anspruch 15 ausgebildet ist.

17. Poliervorrichtung mit einer drehbar gelagerten Richtplatte, einer Polierscheibe, die auf dem Richtplatte ausgebildet ist, einer Schleifmittelzuführeinrichtung zum Zuführen eines Schleifmittels zu einer Oberfläche der Polierscheibe, einer Substrathalteeinrichtung zum Halten eines Substrats auf der Polierscheibe und einer Substratandrückeinrichtung zum Andrücken des Substrats, das von der Substrathalteeinrichtung auf der Polierscheibe gehalten wird, um dadurch eine Substratoberfläche zu polieren; wobei die Substrathalteeinrichtung eine Funktion zur Unterdrückung eines übermäßigen Drucks hat, der von

der Polierscheibe auf einen Randabschnitt des Substrats ausgeübt wird;  
 wobei die Substratandrückeinrichtung mehrere Andrückteile hat, die geeignet sind, mehrere geteilte Flächenbereiche der Substratoberfläche einzeln und nach Bedarf anzudrücken, wobei jedes Andrückteil eine Drucksteuereinrichtung aufweist, die in der Lage ist, einen Druck, der auf jeden entsprechenden der geteilten Flächenbereiche ausgeübt wird, einzeln zu steuern.  
 18. Polierteinrichtung nach Anspruch 17, wobei die Substrathalteeinrichtung einen Haltering umfaßt, der eine Außenrandstirnfläche des Substrats umschließt.  
 19. Polierteinrichtung nach Anspruch 17 oder 18, ferner mit einer Datenverarbeitungseinrichtung zum Messen eines Profils des Substrats vor dem Polieren und/oder während des Polierens, um gemessene Daten zu ermitteln, Speichern der gemessenen Daten und Vergleichen von Anfangseinstellungsdaten für eine gewünschte Form mit den gemessenen Daten, um Bearbeitungsbedingungen zu berechnen, und einer Übertragungseinrichtung zum Übertragen von Andrückinformation an die Substrathalteeinrichtung und die Substratandrückeinrichtung, so daß das Substrat die gewünschte Form erhält.  
 20. Polierteinrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, ferner mit einer Andrückplatte, die auf der Richtplatte drehbar gelagert ist, um die Hauptoberfläche des Substrats im wesentlichen gleichmäßig anzudrücken, und einer Substratdefektbeseitigungseinrichtung, die zwischen der Andrückplatte und der Richtplatte ausgebildet ist und einen Träger mit einem Halte Loch zum Halten des Substrats aufweist, so daß das Substrat unabhängig von der Andrückplatte drehbar ist.  
 21. Polierteinrichtung unter Verwendung einer Polierteinrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt: Herstellen eines Substrats, Messen eines Profils des Substrats, Unterdrücken eines übermäßigen Drucks, der von der Polierscheibe auf einen Randabschnitt des Substrats wirkt, Steuern der Andrückteile durch die Drucksteuereinrichtung mit Bezug auf die gemessenen Daten, so daß ein Druck, der vom Andrückteil auf das Substrat ausgeübt wird, auf einer relativ konvexen Fläche, wo das Profil der Hauptoberfläche des Substrats relativ konvex ist in bezug auf irgendeine Referenzebene, die auf der Substratoberfläche bestimmt ist, größer ist als auf einer verbleibenden Fläche, Polieren der Hauptoberfläche des Substrats, während ein Teil einer rückseitigen Oberfläche des Substrats gegenüber der konvexen Fläche angedrückt wird, um das Profil des Substrats zu modifizieren, so daß das Profil des Substrats eine gewünschte Form erhält.  
 22. Polierteinrichtung nach Anspruch 21, wobei beide gegenüberliegende Hauptoberflächen des Substrats poliert werden.  
 23. Polierteinrichtung mit den Schritten: Modifikation des Profils eines Substrats nach einem Verfahren nach Anspruch 21 oder 22 und Beseitigen eines Defekts auf einer Hauptoberfläche des Substrats unter Verwendung einer Polierteinrichtung nach Anspruch 20.  
 24. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements substrats zur Verwendung als Substrat eines Maskenrohlings, wobei das Verfahren eine Polierteinrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 23 aufweist.  
 25. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements substrats nach Anspruch 24, wobei das Substrat ein rechteckiges Substrat mit einer vorbe-

stimmten Fläche und einer vorbestimmten Dicke mit folgender Beziehung ist: (vorbestimmte Dicke)/(vorbestimmte Fläche)  $\geq 1,0 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ .  
 26. Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohlings mit dem Schritt: Ausbilden eines Transferstrukturdünnsfilms auf einer Hauptoberfläche eines elektronischen Bauelements substrats, das nach einem Verfahren nach Anspruch 24 oder 25 hergestellt ist.  
 27. Verfahren zur Herstellung einer Transfermaske mit dem Schritt: Strukturieren eines Transferstrukturdünnsfilms in einem Maskenrohling nach Anspruch 26, um eine Transferstruktur auszubilden.  
 28. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements substrats mit den Schritten: Halten eines Substrats in einem Halte Loch eines Trägers, Festklemmen der oberen und der unteren Oberfläche des Substrats mittels einer oberen und unteren Richtplatte, die mit Polierscheiben versehen ist, die an diesen befestigt sind, und Drehen der oberen und unteren Richtplatte um eine Achse senkrecht zur oberen und unteren Oberfläche des Substrats als bearbeitete Flächen, so daß das Substrat, das vom Träger gehalten wird, eine Reibbewegung durchführt, während es sich zwischen den Polierscheiben dreht und umläuft, um eine doppelseitige Polierung des Substrats auszuführen, wobei: auf die doppelseitige Polierung eine Messung der Ebenheit mindestens einer der gegenüberliegenden Hauptoberflächen des Substrats folgt, wobei die Ebenheit des Substrats modifiziert wird, indem das Profil des Substrats auf einer relativ konvexen Fläche, wo das Profil relativ konvex ist in bezug auf irgendeine Referenzebene, die auf einer Hauptoberfläche bestimmt ist, mit Bezug auf die gemessenen Daten lokal modifiziert wird, so daß die Ebenheit des Substrats einem gewünschten Wert entspricht.  
 29. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements substrats nach Anspruch 28, wobei die doppelseitige Polierung ein mehrstufiger Polierschritt ist, der aufweist: einen Grobpolierschritt zum Polieren eines Substrats unter Verwendung von relativ groben Schleifkörnern, um die Ebenheit beizubehalten, die in einem Läppschritt erreicht wird, und um einen Fehler zu beseitigen, der im Substrat während des Läppschritts entsteht, und einem Präzisionspolierschritt zum Polieren des Substrats unter Verwendung von relativ kleinen Schleifkörnern, um das Substrat zu einer Spiegelfläche zu verarbeiten.  
 30. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements substrats nach einem der Ansprüche 28 oder 29, wobei die doppelseitige Polierung das Substrat mit einer Oberflächenrauigkeit Ra von 0,25 nm oder kleiner und einer Ebenheit von 1 µm oder kleiner ergibt, wobei Ra eine mittlere Mittellinienrauigkeit darstellt, die im japanischen Industriestandard JIS 80601 definiert ist.  
 31. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements substrats nach einem der Ansprüche 28 bis 30, wobei die lokale Modifikation des Profils durchgeführt wird, indem eine einseitige Polierung der Hauptoberfläche des Substrats durchgeführt wird und das Substrat auf der konvexen Fläche mit größerem Druck als auf der verbleibenden Fläche an die Polierscheibe angedrückt wird, um dadurch die Ebenheit des Substrats zu modifizieren.  
 32. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements substrats nach einem der Ansprüche 28 bis 31, wobei die lokale Profilmodifikation einen Ätzwang verwendet.

33. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementssubstrats nach einem der Ansprüche 28 bis 32, wobei das Substrat ein Glassubstrat für einen Maskenrohling ist.
34. Verfahren zur Herstellung eines Maskenrohlings mit dem Schritt: Ausbilden mindestens eines Transferstrukturdünnfilms auf einer Hauptoberfläche eines elektronischen Bauelementssubstrats, das nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 33 hergestellt ist.
35. Verfahren zur Herstellung einer Transfermaske mit dem Schritt: Ausbilden einer Transferstruktur durch Strukturierung eines Transferstrukturdünnfilms eines Maskenrohlings, der nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 34 hergestellt ist.
36. Feinstrukturierungsverfahren zur Ausbildung einer Feinstruktur auf einem Objekt unter Verwendung einer Fotolithografiertechnik, wobei die Feinstruktur auf das Objekt unter Verwendung der Transfermaske übertragen wird, die nach dem Verfahren nach Anspruch 7 hergestellt ist.
37. Feinstrukturierungsverfahren zur Ausbildung einer Feinstruktur auf einem Objekt unter Verwendung einer Fotolithografiertechnik, wobei die Feinstruktur auf das Objekt unter Verwendung der Transfermaske übertragen wird, die nach dem Verfahren nach Anspruch 27 hergestellt ist.
38. Feinstrukturierungsverfahren zur Ausbildung einer Feinstruktur auf einem Objekt unter Verwendung einer Fotolithografiertechnik, wobei die Feinstruktur auf das Substratobjekt unter Verwendung der Transfermaske übertragen wird, die nach dem Verfahren nach Anspruch 35 hergestellt ist.

---

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

Änderung der Ebenheit,  
resultierend aus Filmspannung  
des Dünnsfilms +1,1 [µm]

Ebenheit des  
Maskenrohlings = 1,1 [µm]



FIG. 1A

Ebenheit des  
Substrats = 0 [µm]



Änderung der Ebenheit  
-1,1 [µm]

Ebenheit = 1,1 [µm]

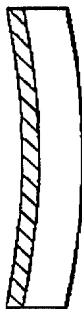


FIG. 1B

Ebenheit = 0 [µm]



Änderung der Ebenheit  
+1,1 [µm]

Ebenheit = 1,6 [µm]



FIG. 1C

Ebenheit = 0,5 [µm]



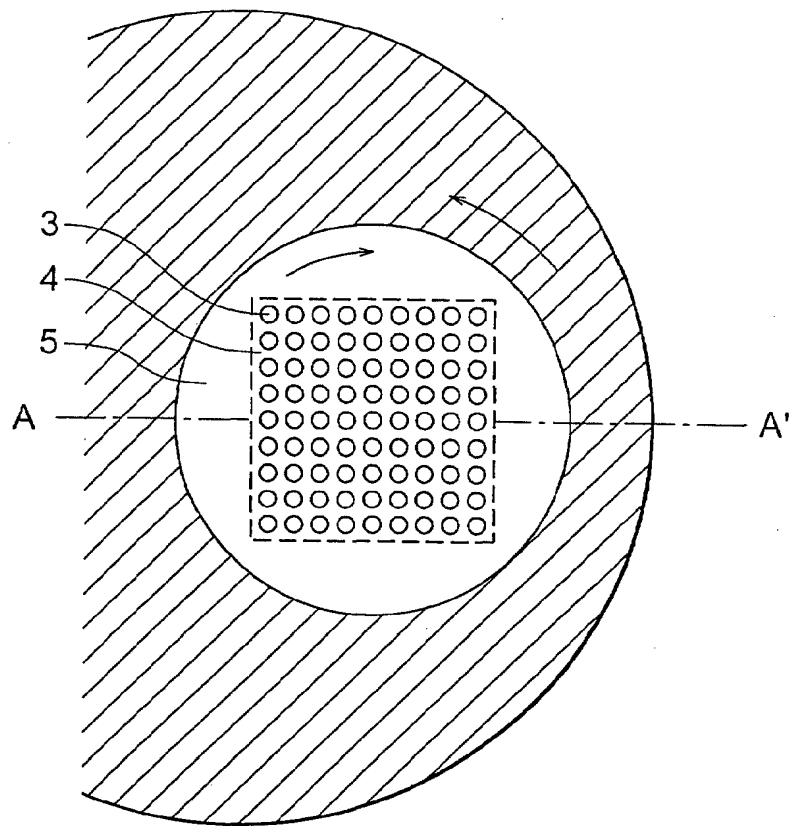


FIG. 2

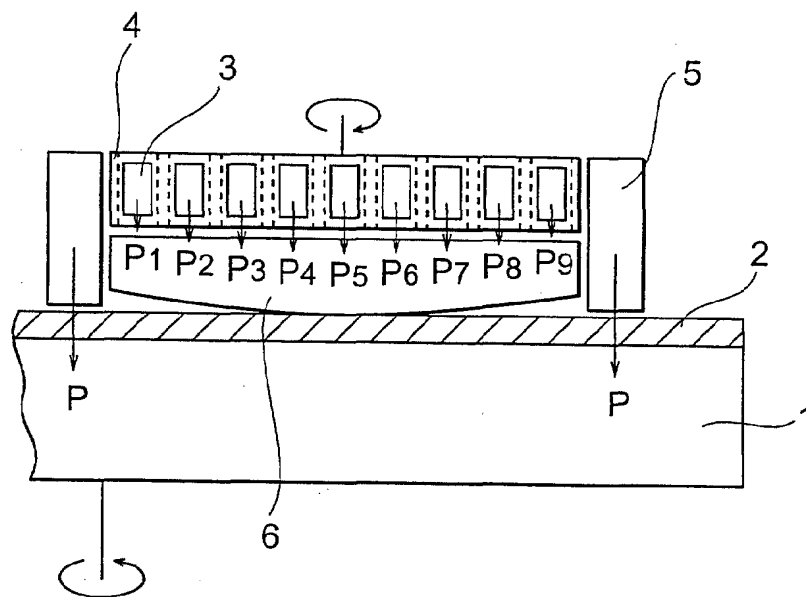


FIG. 3

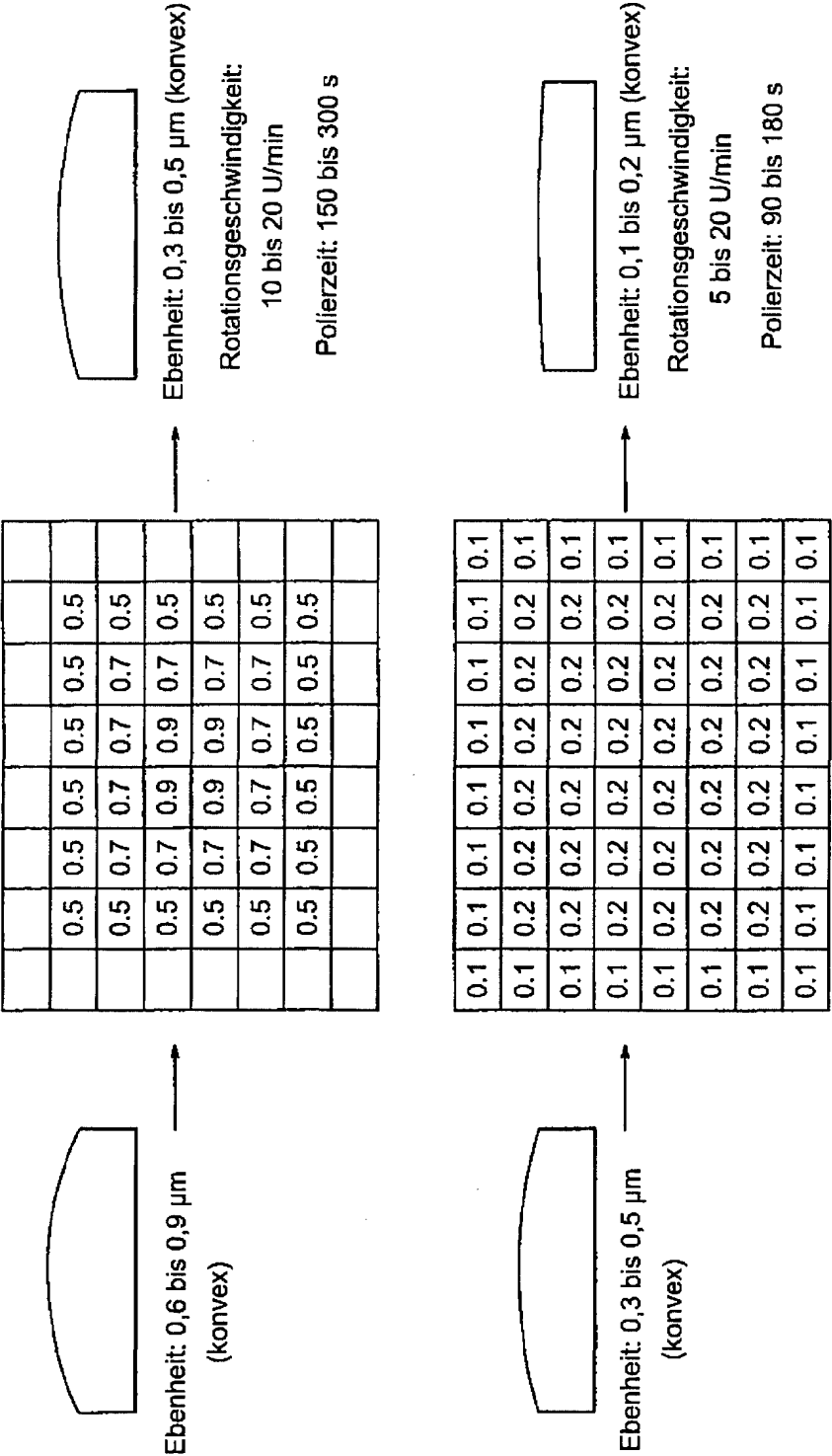


FIG. 4

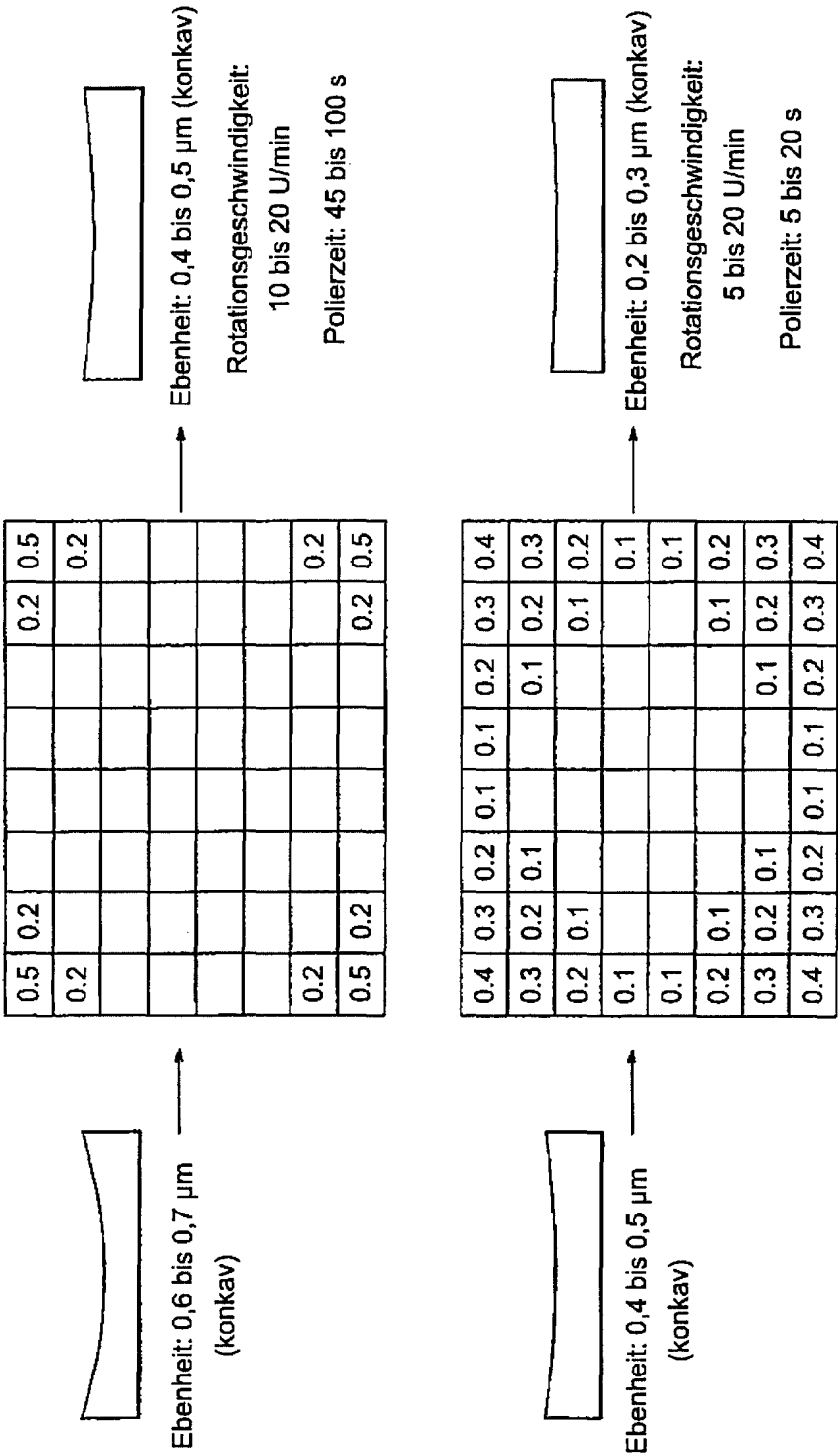


FIG. 5

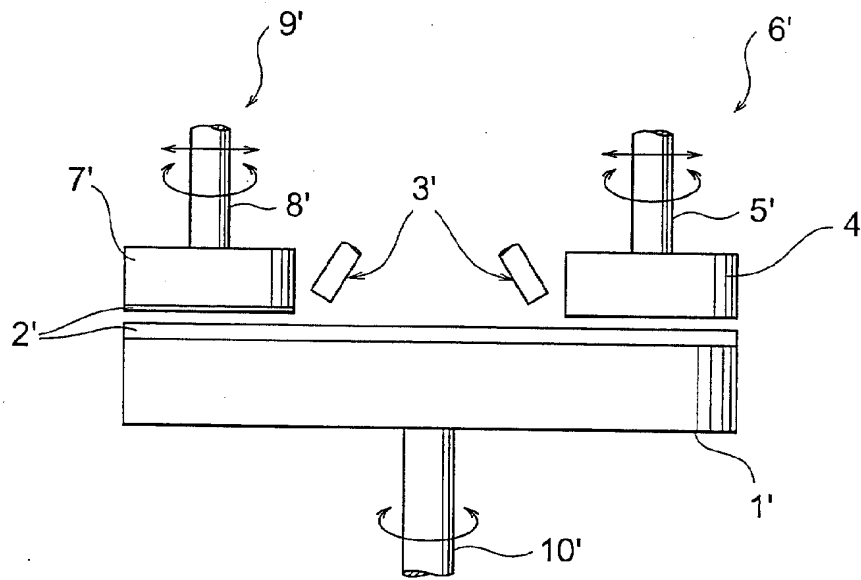


FIG. 6

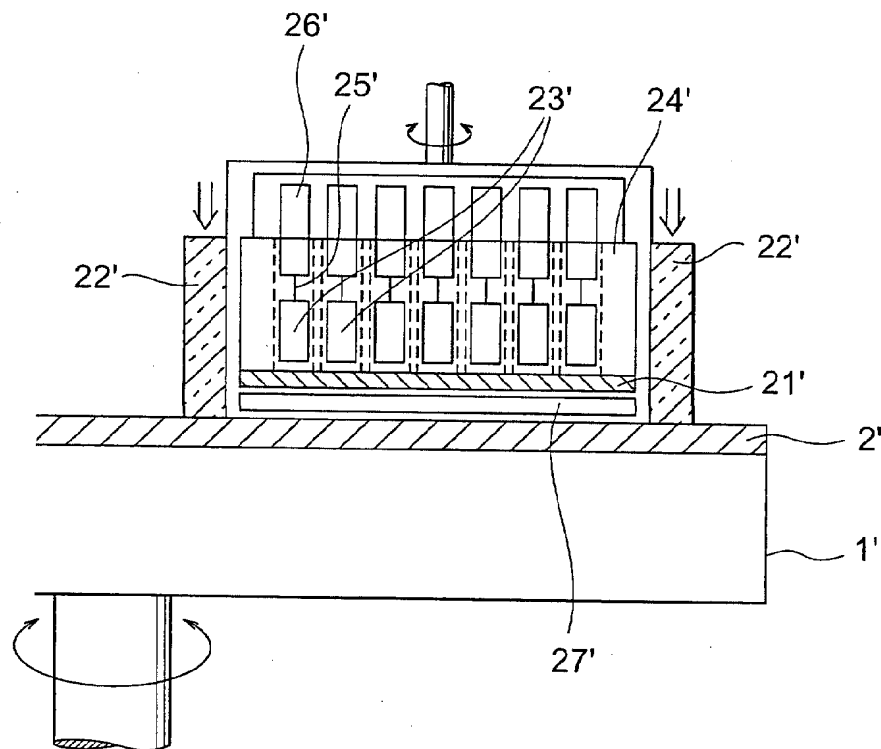


FIG. 7



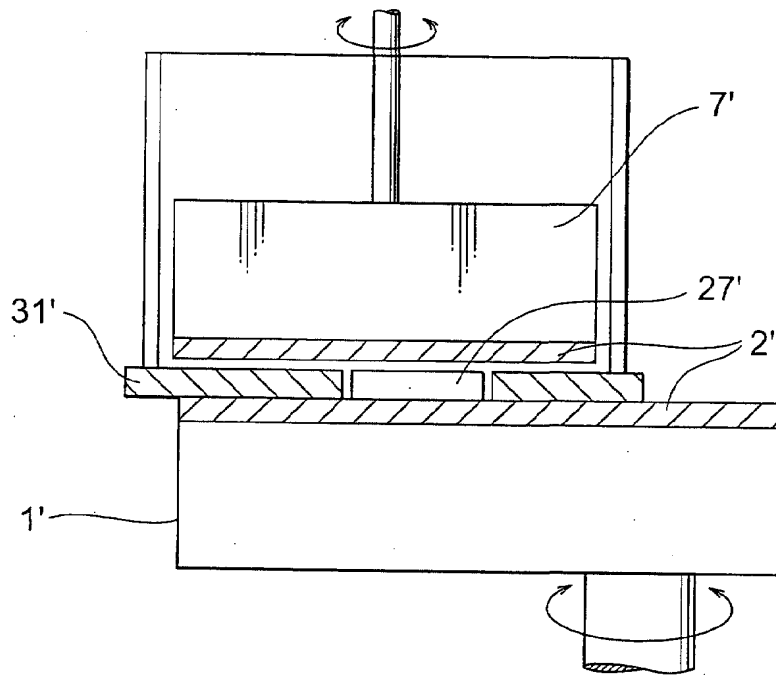


FIG. 8

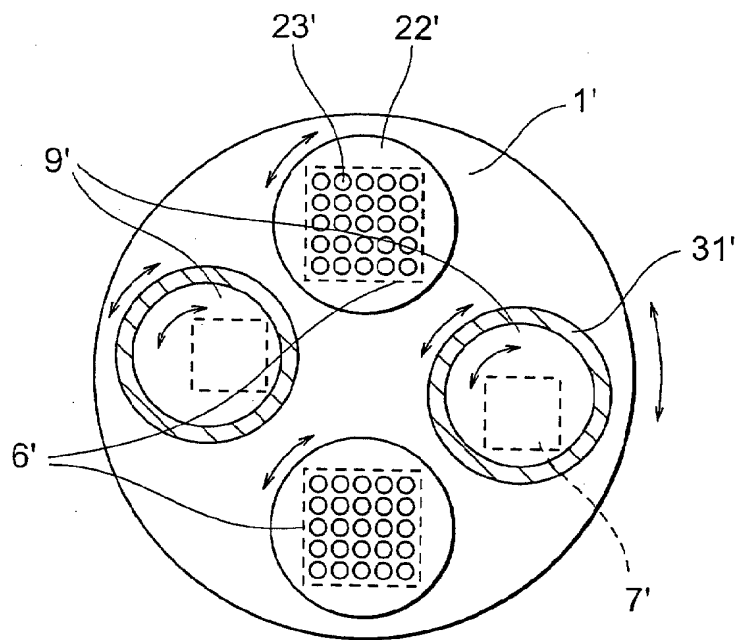
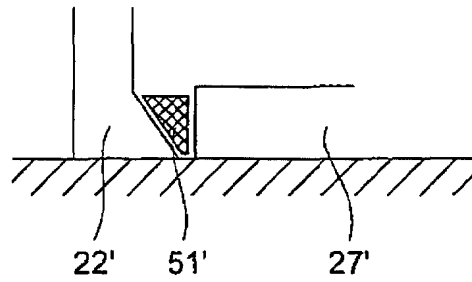
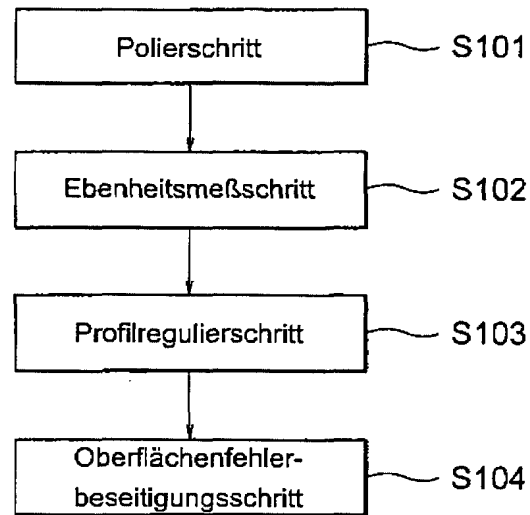


FIG. 9



**FIG. 10**



**FIG. 11**

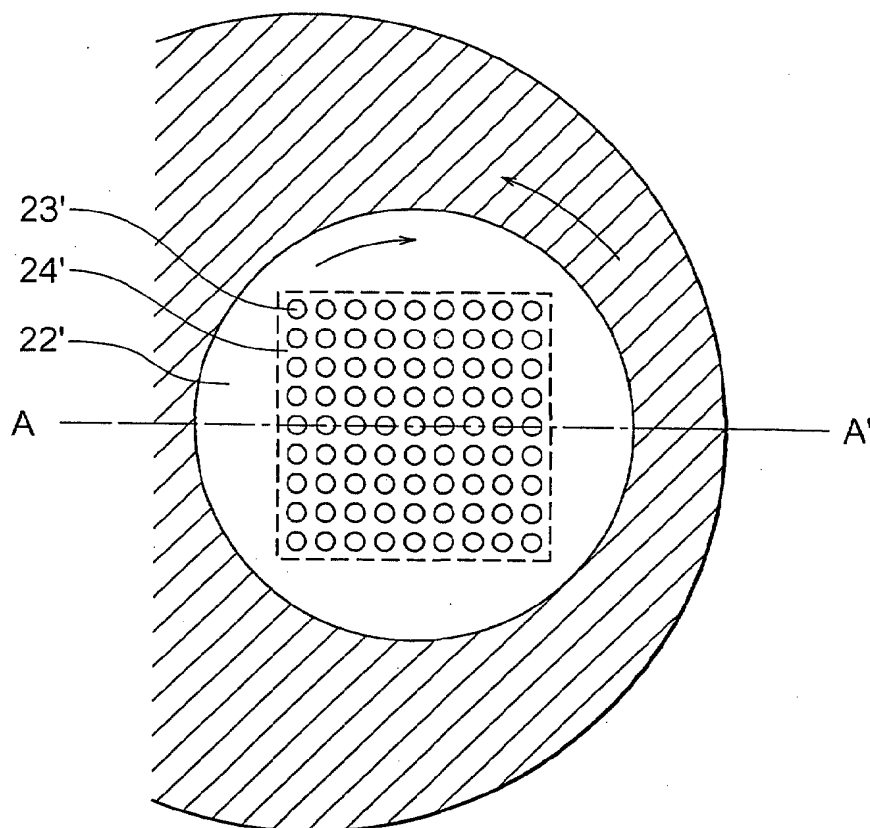


FIG. 12

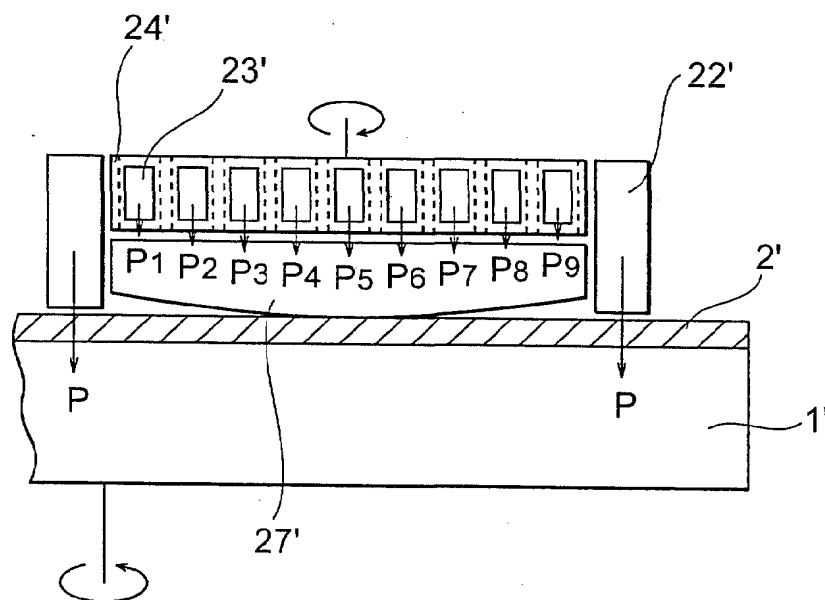


FIG. 13

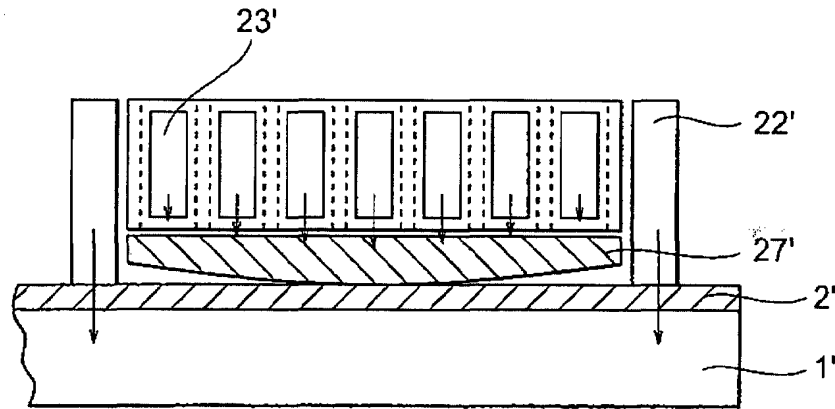


FIG. 14

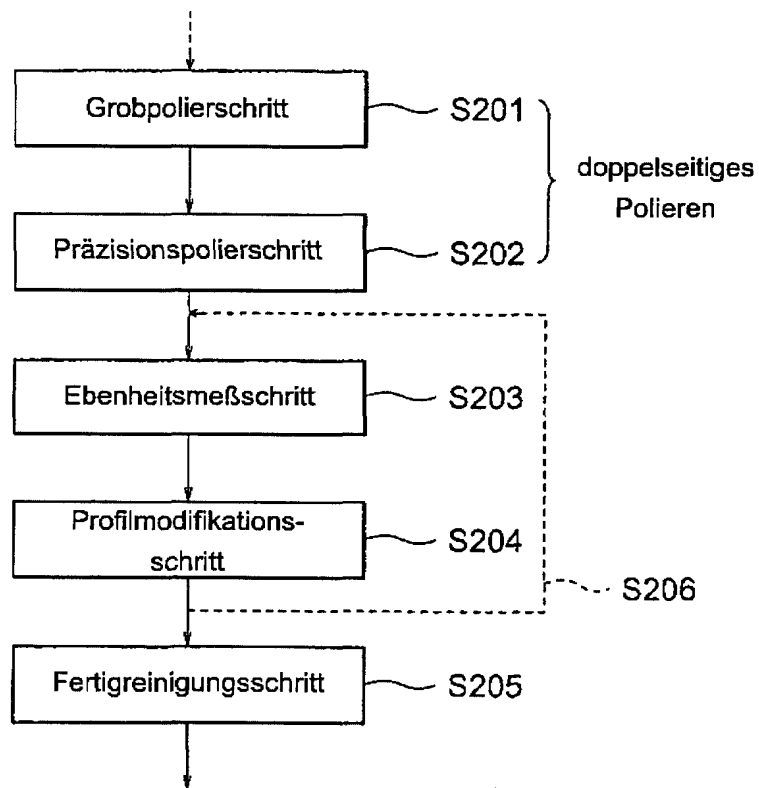
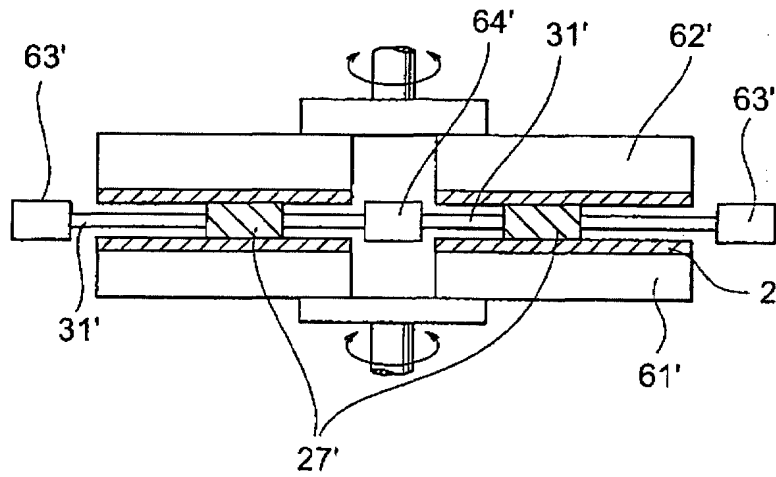
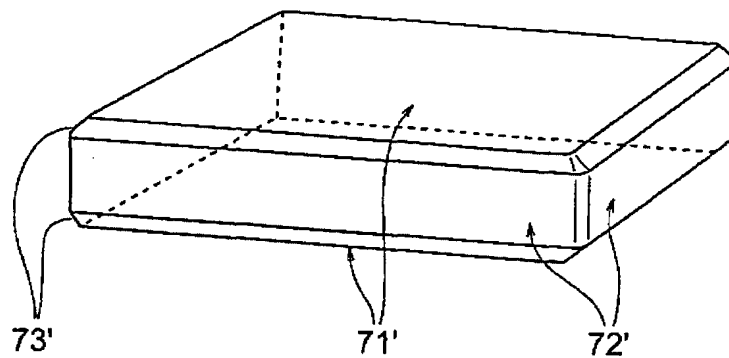


FIG. 15



**FIG. 16**  
(Stand der Technik)



**FIG. 17**

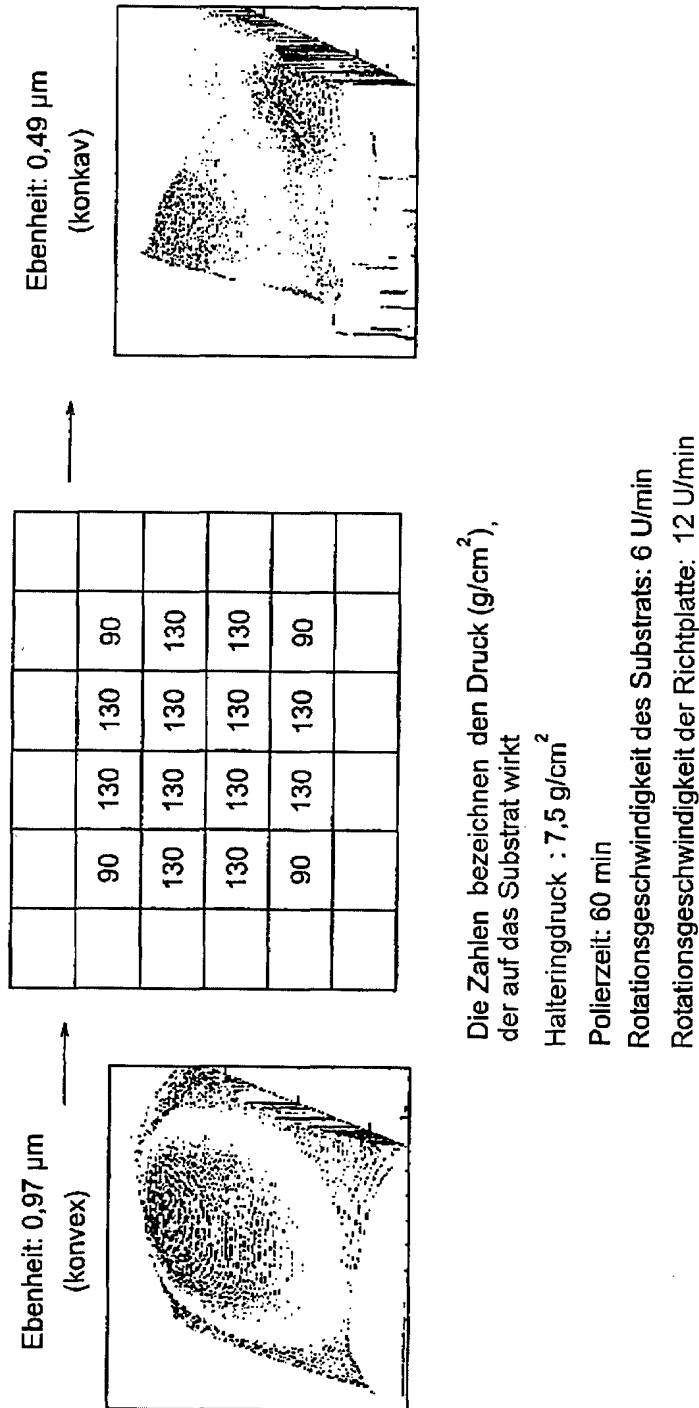
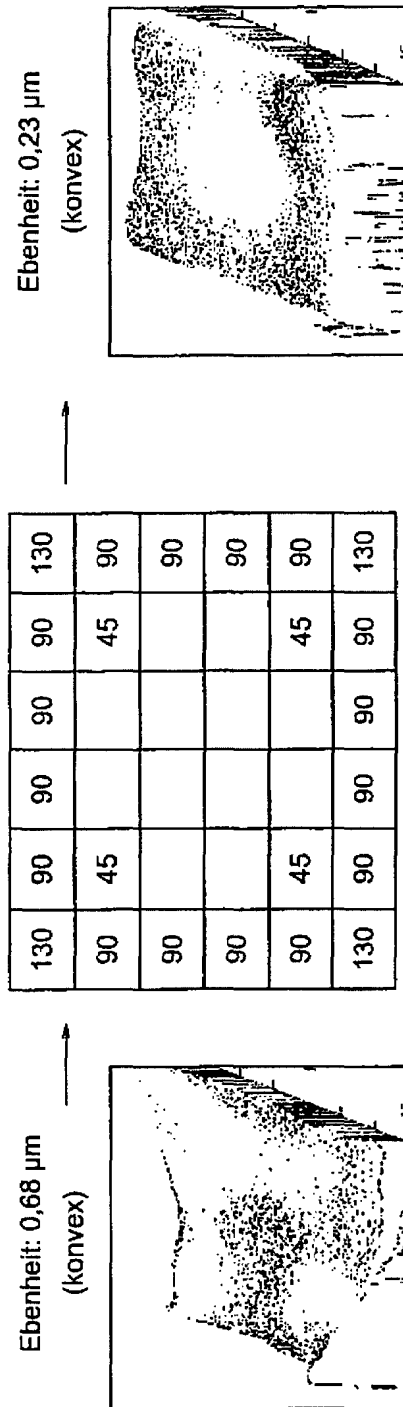


FIG. 18



Die Zahlen bezeichnen den Druck ( $\text{g/cm}^2$ ),  
der auf das Substrat wirkt

Halteringdruck:  $7,5 \text{ g/cm}^2$   
Polierzeit: 20 min

Rotationsgeschwindigkeit des Substrats: 6 U/min  
Rotationsgeschwindigkeit der Richtplatte: 12 U/min

FIG. 19